22.16.11

DIE

PNEUMATISCHE BEHANDLUNG

DER

RESPIRATIONS- UND CIRCULATIONSKRANKHEITEN

IM ANSCHLUSS AN DIE

PNEUMATOMETRIE UND SPIROMETRIE

VON

Dr. L. WALDENBURG,

PROFESSOR E. O. AN DER KÖNIGLICHEN FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT,
DIRIGIRENDEM ARZTE AM KÖNIGL. CHARITÉ-KRANKENHAUSE IN BERLIN.

ZWEITE VERMEHRTE AUFLAGE

ERWEITERT UM

EINEN BEITRAG ÜBER DAS HÖHENKLIMA.

MIT HOLZSCHNITTEN.

BERLIN 1880.

VERLAG VON AUGUST HIRSCHWALD.

N. W. UNTER DEN LINDEN 68.

DIE

PNEUMATISCHE BEHANDLUNG

DER

RESPIRATIONS- UND CIRCULATIONSKRANKHEITEN

IM ANSCHLUSS AN DIE

PNEUMATOMETRIE UND SPIROMETRIE

VON

Dr. L. WALDENBURG,

PROFESSOR E. O. AN DER KÖNIGLICHEN FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT,
DIRIGIRENDEM ARZTE AM KÖNIGL. CHARITÉ-KRANKENHAUSE IN BERLIN.

ZWEITE VERMEHRTE AUFLAGE

ERWEITERT UM

EINEN BEITRAG ÜBER DAS HÖHENKLIMA.

MIT HOLZSCHNITTEN.

BERLIN 1880.

VERLAG VON AUGUST HIRSCHWALD.

N.W. UNTER DEN LINDEN 68.

BOSTON MEDICAL
OCT 14 1936
LIBRARY.

14049 Fad, 25

Alle Rechte vorbehalten.

Vorwort zur ersten Auflage.

Die Heilkunde steht am äussersten Flügel der exacten Naturwissenschaften. Ihre Grundlagen berühren diese letzteren bis jetzt nur zu einem sehr kleinen Theile, und selbst wo sie mit einander enger zusammenhängen, ist dieser Zusammenhang noch durch mancherlei Lücken unterbrochen. Das breite Fundament unserer Wissenschaft ruht noch immer auf der Empirie. Ursprünglich auf dieser allein aufgebaut, hat sie erst später allmälig mit den Naturwissenschaften Fühlung gewonnen, hat Wurzeln in diese hinein getrieben und durch dieselben neue Kraft zum Fortschritt und zur Verjüngung gesogen. Diese Wurzeln sind aber bei weitem noch nicht stark genug, um die gesammte medicinische Wissenschaft zu tragen und zu ernähren, sie bedarf nach wie vor der Stütze der Jahrtausende langen Erfahrung und wird sie wohl niemals entbehren können. Es ist eben so fehlerhaft, mit unseren geschichtlichen empirischen Erinnerungen zu brechen und auf die Alten mit Geringschätzung herabzusehen, wie den Fortschritt zu verkennen, den die neuere Medicin durch ihr Zusammenwachsen mit den Naturwissenschaften zu stande gebracht hat. Leider aber wird der letztere vielfach überschätzt. Gehen wir nur vorurtheilslos die einzelnen medicinischen Disciplinen durch, forschend, wie weit sie auf rein naturwissenschaftlicher Basis ruhen, wir werden nur äusserst wenige finden, bei denen dies auch nur theilweise der Fall ist; die meisten sind noch durch eine weite Kluft von den exacten Naturwissenschaften getrennt. Kluft und Lücken werden durch Hypothesen, die freilich oft den Schein der Wahrheit annehmen, vielfach überbrückt; allein ausgefüllt werden sie nur durch die Empirie, die überall dort wieder zum Heile unserer Wissenschaft Platz greift, wo der Anschluss an die Theorie noch nicht erreicht ist.

Am meisten entwickelt sind diejenigen Zweige der Heilkunde, bei deren Erforschung nur Gesetze in Betracht kommen, welche

den lebenden Organismus nicht anders betreffen als die unbelebte Materie, wo also dasjenige Element, welches die hauptsächlichste Kluft zwischen den Naturwissenschaften auf der einen und der Physiologie und der Medicin auf der anderen Seite bildet, gänzlich ausgeschlossen ist. Es ist vorläufig allein die Physik, welche in dieser Weise einzelne Zweige der Heilwissenschaft exact zu gestalten vermag; die Chemie steht erst in zweiter Reihe, indem bis gegenwärtig immer noch der Chemismus des lebenden Organismus sich nicht hat einreihen lassen in die gewöhnlichen chemischen Vorgänge, die ausserhalb der lebenden Zelle von statten gehen. In der That ist es in der Physiologie auch dasjenige Gebiet, wo hauptsächlich die Mechanik Platz greift, welches vor allen anderen auf der exactesten Grundlage ruht, es ist die Lehre vom Kreislauf und von der Athmung. In der Pathologie ist es bisher fast nur eine einzige Disciplin, welche eine volle physikalische Grundlage besitzt, dies ist die Ophthalmologie, und auf diese blicken wir deshalb wie auf ein Ideal, welches allen anderen Zweigen der Medicin als leuchtendes Muster vorschwebt. Es liegt in der Natur der Sache, dass die meisten anderen Disciplinen niemals werden heranreichen können an denjenigen Grad der Exactität, welchen die Augenheilkunde freilich auch nur in einem Theile ihres Gebietes besitzt, nämlich demjenigen, welcher, sowohl für die Diagnostik wie für die Therapie, auf rein optischen Gesetzen beruht. Aber immer näher zu diesem Ziele heranzustreben, wie weit abliegend es auch erscheint, dies muss unsere stete Aufgabe sein.

In dem vorliegenden Werke hoffe ich zu zeigen, dass nunmehr auch die Respirations- und Circulationskrankheiten vollen Besitz ergriffen haben von der Mechanik als einer exacten Grundlage nicht nur für ihre Erkenntniss, sondern ganz besonders auch für ihre ärztliche Behandlung. Sollte es mir gelungen sein, diesen Beweis zu führen, so hätte ich dasjenige, was mir am erstrebenswerthesten schien, erreicht. Die Anregung, auch auf anderen Gebieten in der gegebenen Richtung vorzuschreiten und uns überhaupt mehr, als es bisher geschah, an mechanische Grundsätze bei der Beurtheilung von Krankheitszuständen so wie bei der Verhinderung und Heilung derselben zu gewöhnen, kann dann, so hoffe ich, nicht ausbleiben.

Berlin, den 31. März 1875.

Der Verfasser.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die vorliegende zweite Auflage ist gegen die erste erheblich vermehrt; die Vermehrung ist einerseits durch eine Vertiefung des Gegenstandes, andererseits durch eingehende Berücksichtigung der Arbeiten anderer Autoren — und diese sind seit der ersten Herausgabe meines Werkes sehr zahlreich geworden — bewirkt. Mit Befriedigung kann ich es aussprechen, dass durch die neueren Untersuchungen alle meine früheren Anschauungen ihre vollste Bestätigung gefunden haben, und dass ich keine derselben zurückzunehmen genöthigt bin. Nicht nur meine Ausführungen über die physiologischen Wirkungen der pneumatischen Therapie haben durch die Erweiterung der Untersuchungsmethoden, speciell durch die von mir neugeschaffene Methode der Pulsmessung, stärkere Beweismittel erhalten, sondern auch die fortgesetzten therapeutischen Beobachtungen haben stets von neuem dieselben günstigen Heilresultate kennen gelehrt, wie ich sie von Anfang an festzustellen Gelegenheit hatte. Durch die nunmehr siebenjährige Beobachtung bin ich zudem in der Lage, in vielen Krankheitsfällen das Gewicht der erzielten Heilerfolge durch die lange Zeitdauer, während deren sich dieselben erhielten, noch mehr zu verstärken.

Es sind verschiedene Kapitel in dieser Auflage neu hinzugekommen. Ich will nur das eine, welches die Lehre vom Höhenklima behandelt und mir schon durch den Gegenstand an sich eine allgemeinere Bedeutung zu haben scheint, speciell erwähnen.

Die pneumatische Therapie, wie schnell sie auch ihren Eintritt in die medicinische Wissenschaft sich erobert hat, hat dies dennoch nicht ohne Kampf bewerkstelligen können. Aber ohne Kampf dringt keine Wahrheit, kein Fortschritt durch, oder das neu errungene müsste so unscheinbar sein, oder in herrschende Anschauungen so wenig eingreifen, dass es sich nicht des Kampfes um dasselbe verlohnt.

Berlin, den 19. Juni 1880.

Der Verfasser.

Inhalt.

Seite

I. Die Pneumatometrie.

Geschichte der Pneumatometrie und Literatur 1
Das Pneumatometer 7
Methode der Untersuchung 9
Modificationen des Pneumatometers und der pneumatometrischen Methode 22
Die pneumatometrischen Ergebnisse bei Gesunden . . . 32
Abnorme Respirationstypen bei Krankheiten 43
Emphysema pulmonum 48
Phthisis pulmonum 63
Erklärung der pneumatometrischen Ergebnisse 69
Allgemeine Gesichtspunkte für die pneumatometrische Diagnostik 81
Pleuritis und Pneumonie 82
Verengerungen des Larynx und der Trachea . . 85
Bronchitis 89
Asthma nervosum 93
Herzkrankheiten 94
Scoliosis und Kyphosis 98
Affectionen des Abdomen 99
Muskelatrophie und Lähmung 102
Erhöhte Temperatur und Fieber 103
Alkoholismus 106
Andere Erkrankungen 106

II. Die Spirometrie.

Einleitung und Literatur 108
Die bisherigen Beobachtungen über Spirometrie und der gegenwärtige Stand dieser Methode 110
Kritische Prüfung der spirometrischen Methode 121
Die Bedeutung der Spirometrie für die medicinische Praxis . 127
Bestimmung der Grösse der Residualluft, der Respirations-, Reserve- und Complementärluft 130

III. Zur Lehre von der Brustmessung.

Allgemeines 154
Instrumente zur Brustmessung 162

Seite

IV. Die pneumatische Behandlung der Respirations- und Circulationskrankheiten.

Literatur 168
Einleitung 172
Hauke's Respirations-Apparat 174
Mein transportabler pneumatischer Apparat 181
Methode der Anwendung des pneumatischen Apparats . . 190
1. Einathmung comprimirter Luft 191
2. Einathmung verdünnter Luft 195
3. Ausathmung in vordünnte Luft 198
4. Ausathmung in comprimirto Luft 200
Eine Verbesserung meines pneumatischen Apparats . . . 201
Anwendung des pneumatischen Apparats als Spirometer . . 207
Pneumatische Doppelapparate zur alternirenden Inspiration comprimirter und Exspiration in verdünnte Luft . . . 209
Benutzung der comprimirten und der verdünnten Luft gleichzeitig zur Inspiration und zur Exspiration 212
Verbindung der Luftcompression mit medicamentösen Inhalationen und Erwärmung der comprimirten Luft 214
Massregeln zur Verhütung der Ansteckung 217
Apparate anderer Autoren 219
Die mechanische Wirkung des transportablen pneumatischen Apparats auf die Lungen und die Respiration 241
1. Exspiration in verdünnte Luft 242
2. Inspiration comprimirter Luft 254
3. Inspiration verdünnter Luft 268
4. Exspiration in comprimirte Luft 272
Experimente mit am Gesicht luftdicht befestigter Maske . . 276
Mechanische Wirkung auf das Gehörorgan 278
Mechanische Wirkung auf das Herz und die Blutcirculation . 280
1. Inspiration comprimirter Luft 283
2. Exspiration in comprimirto Luft 305
3. Inspiration verdünnter Luft 310
4. Exspiration in verdünnte Luft 319
Experimente mit elastischen Membranen 323
Sphygmographische Untersuchungen 333
Tiefe Inspirationen und forcirto Exspirationen . . 337
Valsalva'scher Versuch 338
Joh. Müller'scher Versuch 339
Inspiration comprimirter Luft 340
Exspiration in comprimirte Luft 342
Inspiration comprimirter Luft und darauf folgendo Exspiration in comprimirte Luft 343
Inspiration verdünnter Luft 344
Exspiration in verdünnte Luft 346
Schlussfolgerungen 347
Pulsmessungen 350
Kymographische und plethysmographische Untersuchungen . 352

Seite
Stethographische Beobachtungen 362
Indicationen für die pneumatische Heilmethode 362
1. Exspiration in verdünnte Luft 365
A. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf die Lungen und die Respiration ergeben 365
1. Emphysem 365
2. Bronchitis 366
B. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf das Herz und die Circulation ergeben 367
2. Inspiration comprimirter Luft 368
A. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf die Lungen und die Respiration herleiten 368
1. Pleuritis und Empyem 369
2. Lungen-Atelektase 371
3. Lungenschwindsucht und Anlage zu derselben 371
4. Bronchitis 373
5. Asthma 373
6. Emphysem 374
7. Stenosen der ersten Luftwege 375
8. Croup des Larynx und der Trachea . . 377
9. Asphyxie 378
B. Indicationen, die aus der Wirkung der comprimirten Luft auf das Herz und die Blutcirculation resultiren 378
1. Herzkrankheiten 380
2. Hyperaemien und Entzündungen des Lungengewebes. Phthisis pulmonum . . . 390
3. Haemoptysis 392
4. Chlorose 395
5. Bronchitis 397
6. Morbus Brightii 397
3. Inspiration verdünnter Luft 399
A. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf die Respiration ergeben 399
B. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf das Herz und die Blutcirculation ergeben 399
1. Erkrankungen der rechten Herzhälfte . . 400
2. Phthisis und phthisischer Habitus . . . 401
4. Exspiration in comprimirte Luft 403
Contraindicationen 405
1. Comprimirte Luft 405
2. Verdünnte Luft 406
Mechanische Unterstützungs- und Ersatzmittel der pneumatischen Heilmethode 407
Umschnürung oder Stützung der Brust 407
Einwicklung der Extremitäten 408
Methodische tiefe Inspirationen 409
Methodische Exspirationen u. Valsalva'scher Versuch 411

Seite
Die Gerhardt'sche Methode 412
v. Mosengeil's Methode 413
Wirkung des Doppelapparats 413
Der pneumatische Panzer und die pneumatische Wanne von Hauke 419
Therapeutische Beobachtungen 423
Emphysem. Bronchitis. Asthma 425
Casuistik (Fall 1 bis 33) 445
Lungenschwindsucht, chronische Pneumonie, phthisischer Habitus 490
Casuistik (Fall 34 bis 61) 494
Pleuritis und Empyem 526
Casuistik (Fall 62 bis 73) 526
Stenose des Larynx 541
Casuistik (Fall 74 und 75) 541
Herzkrankheiten 544
Casuistik (Fall 76 bis 88) 546
Wirkung der pneumatischen Cabinette und Vergleichung derselben mit dem transportablen pneumatischen Apparat 565
Einleitende Bemerkungen 565
Vergleichung der Druckkräfte 567
Mechanische Wirkung auf die Respiration . . . 568
Mechanische Wirkung auf die Circulation . . . 569
Puls- und Blutdruckmessungen im pneumatischen Cabinet 573
Chemische Wirkungen 580
Resumirende Vergleichung der physiologischen Wirkungen 582
Therapeutische Wirkungen 582
Asthma und Emphysem 583
Lungenschwindsucht 587
Andere Erkrankungen 587
Eine Combination zwischen pneumatischem Apparat und Cabinet 590
Zur Lehre vom Höhenklima 592
Einleitende Bemerkungen 592
Wirkung der Sauerstoff-Entziehung 593
Mechanische Wirkung der verdünnten Luft . . . 594
Puls- und Blutdruckmessung in verdünnter Luft . 597
Wirkung der verdünnten Luft auf das Herz, den Blutdruck und den Kreislauf 599
Indicationen für das Höhenklima 602
Lungenschwindsucht und Höhenklima 604
Vergleichung der Wirkungen der pneumatischen Therapie mit denen des Höhenklimas . . . 615
Stickstoff-Inhalationen 616
Schlussbemerkungen 617

BOSTON MEDICAL
OCT 14 1916
LIBRARY.

I. Die Pneumatometrie.

Geschichte der Pneumatometrie.

Der pneumatischen Behandlungsmethode dienen die Pneumatometrie und die Spirometrie als wissenschaftliche Grundlagen. Wir müssen deshalb, bevor wir die erstere erörtern, den beiden letzteren unsere Aufmerksamkeit zuwenden. Die Spirometrie ist bereits seit mehreren Jahrzehnten als Untersuchungsmethode in die medicinische Diagnostik aufgenommen, hat aber niemals eine grosse Bedeutung gewinnen können, und ihre Benutzung kam mit den Jahren entschieden mehr und mehr in Abnahme; die Pneumatometrie hingegen, bislang nur den Physiologen bekannt, ohne dass jemand auch nur den Versuch gemacht hätte, sie für die praktische Medicin zu verwerthen, wurde erst im Jahre 1871 — nachdem ich $1^1/_2$ Jahr hindurch mich eingehend mit dem Gegenstand beschäftigt hatte — von mir in die Diagnostik eingeführt[1]). Dieselbe hat sich mir nicht nur als neue Untersuchungsmethode von der höchsten praktischen Bedeutung erwiesen, sondern mir auch den Anstoss zu meinen weiteren therapeutischen Untersuchungen und einen Massstab zur Beurtheilung des Werthes der neuen Behandlungsmethode geliefert.

Ein erster Versuch, den Athmungsdruck bei gesunden Menschen und bei Thieren manometrisch zu bestimmen, ist bereits vor mehr als 150 Jahren von Stephan Hales[2]) angestrebt worden,

1) Die Manometrie der Lungen oder Pneumatometrie als diagnostische Methode. Berliner klinische Wochenschrift No. 45. 1871.

2) Die hierher gehörigen Untersuchungen von Hales im Original zu studiren, dazu wurde ich erst durch die Arbeit Elsberg's im New York Medical

demselben Hales, welchem wir auch die ersten vortrefflichen Blutdruck-Untersuchungen verdanken, und den wir mit Recht als den Begründer der Haemodynamik bezeichnen dürfen.

Hales beschränkte sich auf folgende wenige Experimente: Er untersuchte, wie hoch gesunde kräftige Männer eine Queeksilbersäule mit ihrem Munde anzusaugen vermögen, und fand als Mass 22 Zoll (= 574 Mm.), bei einigen selbst 27—28 Zoll (= 704—730 Mm.). Sodann mass er die Kraft, mit welcher die Mundhöhle die Luft zusammenzupressen vermag, und fand 5—7 Zoll (= 130—182 Mm.). Hales selbst hielt diese Masse nicht für den Ausdruck der Inspirations- und Exspirationskräfte, sondern sagte ausdrücklich, dass er das erste Mass für die Kraft ansehe, mit welcher Mund und Zunge zu saugen, das zweite Mass für diejenige Kraft, mit welcher die Mundhöhle die Luft zu comprimiren vermöge. Die In- und Exspirationskräfte selbst eraehtete er naeh Versuchen an Thieren, die er anstellte, für bei weitem niedriger. Indem er nämlich bei einem lebenden Hunde den Thorax öffnete und eine Manometerröhre einsehob, hob sieh bei gewöhnlichem Athemholen der in der Röhre befindliche Spiritus vini nur ungefähr 6 Zoll (= 156 Mm., was etwa 10 Mm. Quecksilberdruck entspricht), bei forcirtem, dyspnoëtischem Athmen, dureh Zuhalten von Mund- und Nasenlöehern, 24—30 Zoll (= 626 bis 783 Mm. Spirit. und = 42—52 Mm. Quecksilber). und demgemäss sehätzte Hales die Inspirationskraft des Zwerchfells auf 2 Zoll Hg. (= 52 Mm). Ungefähr das gleiche Kraftmass von 2 Zoll Hg. (= 52 Mm.), meint er, besitze die Exspiration, wenn man nur das Pressen der Bauchmuskeln berüeksichtige und von der Mundhöhle absehe.

Es ist klar, dass die Resultate von Hales' manometrischen Versuchen

---

Journal, November 1875, angeregt. In der ersten Auflage dieses Werkes habe ich Hales nur kurz nach einer Notiz von Hutehinson erwähnt. Der Titel der englisehen Originalausgabe lautet: Vegetable Staticks: Or, an Aeeount of some Statical Experiments on the sap in Vegetables etc. ete. By Steph. Hales. London MDCCXXVII. Die hierher gehörigen wenigen Notizen finden sieh auf p. 251 u. 267. Die deutsche Uebersetzung der Hales'schen Schrift: „Statick der Gewächse oder angestellte Versuche mit dem Saft in Pflanzen und ihrem Wachsthum etc. etc. von Herrn Stephan Hales und nebst des Herrn de Buffon seiner französisehen Ausgabe beigefügten Erläuterungen in's Deutsehe übersetzt mit einer Vorrede des Herrn Cantzlers Reiehs-Freyherrn von Wolff. Halle 1748." ist gerade in den uns interessirenden Fragen (p. 144 u. 153) lückenhaft. So fehlt auf p. 153 ein Passus, welcher im Original enthalten und gerade für unsere Frage von Werth ist. Ich kann mir nicht versagen, hinzuzufügen, dass Hales bereits die künstliche Athmung bei Thieren ausgeführt hat. (Englische Ausgabe p. 252; Deutsche Ausgabe p. 145). Die Haemodynamik hat Hales in einem besonderen Werke bearbeitet, welches in deutscher Uebersetzung den Titel führt: „Statick des Geblüts, bestehend in neuen Erfahrungen an lebendigen Thieren, ihres Blutes Bewegung zu erforsehen ete. etc. Halle 1748."

an der geöffneten Brusthöhle des Hundes keinerlei directe Uebertragung auf die im folgenden zu behandelnde Frage von der Athemkraft des Menschen gestatten. Sie bilden indess einen schätzenswerthen Vorläufer für die später von Carson [1]) und in neuerer Zeit namentlich von Donders [2]) wieder aufgenommenen und kürzlich von Perls [3]). Leyden [4]) und Quincke [4]) auch auf pathologische Verhältnisse übertragenen intrathoracischen Druckmessungen.

Mehr als ein Jahrhundert später war es Valentin [5]), welcher die Manometrie der Lungen neu in die Physiologie einführte und ihr den Namen Pneumatometrie gab. Er benutzte ein Quecksilber-Manometer, das er mittelst eines Schlauches mit einem trichterförmigen, nach der Form der Lippen ausgeschnittenen, metallenen Mundstück versah. Er fand, dass bei möglichst ruhigem Athmen der Ausschlag der Quecksilbersäule sowohl bei der Inspiration wie bei der Exspiration höchstens 1—3 Mm. beträgt. Bei tieferem, aber noch nicht angestrengtem Athmen wurde für beide Athmungsphasen ein Druck von 5—10 Mm. und mehr erreicht. Bei forcirtem Ein- und Ausathmen durch den Mund erhielt Valentin ausserordentlich hohe Zahlen, nämlich — 232 bis — 266 Mm. für die Inspiration, + 260 bis + 326 Mm. für die Exspiration. Diese Zahlen sind, wie wir sehen werden, nur dadurch erklärlich, dass Fehlerquellen nicht vermieden wurden, und statt der Inspiration die Aspirationskraft der Mundhöhle — wie bei Hales —, statt der Exspiration die Expulsionskraft derselben gemessen wurde. Die niedrigsten Masse, welche Valentin erhielt, und zwar bei einem „schwächlichen" jungen Manne, sind — 22 Mm. für das Einathmen, + 38 Mm. für das Ausathmen.

Nach Valentin war es A. Mendelsohn, welcher die Ein-

1) Philosophical Transactions 1820. Vol. I.

2) Zeitschr. für rationelle Medicin 1853. — Handb. der Physiologie 1856.

3) Ueber die Druckverhältnisse im Thorax bei verschiedenen Krankheiten. Deutsches Archiv für klin. Medicin. Bd. VI. 1869.

4) S. pag. 7.

5) Valentin: Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Braunschweig 1844. In diesem Werke S. 524—529 sind die ersten ausführlichen pneumatometrischen Beobachtungen enthalten. Die hier angegebenen Maxima und Minima der pneumatometrischen Werthe differiren jedoch von den in späteren Publicationen Valentin's angegebenen. Die von mir oben angeführten Zahlen sind der 4. Auflage des Grundrisses der Physiologie (Braunschweig 1855) entlehnt.

und Ausathmungskraft mass[1]). Er liess nicht durch den Mund, sondern durch die Nase athmen, und zwar derart, dass er eine mit dem kurzen Arme eines Barometers oder einem Hämatometer in Verbindung stehende Glasröhre an ihrem oberen Ende in einen durchbohrten Pfropfen steckte und sie mit demselben möglichst hoch in ein Nasenloch einführte. Er erhielt bei Versuchen an sieben Personen mittelst des Hämatometers folgendes Resultat: Die forcirte Inspiration, während der Mund und das zweite Nasenloch geschlossen wurden, ergab als Mittelwerth einen negativen Druck von 87 Mm.[2]); die forcirte Exspiration im Mittel einen Druck von 113—122 Mm. Bei den verschiedenen Versuchspersonen schwankte der Inspirationsdruck von 52 Mm. bis 117 Mm., der Exspirationsdruck von 85 Mm. bis 170 Mm. Der Exspirationsdruck übertraf den negativen Inspirationsdruck stets um ungefähr 1 Zoll = 26 Mm. Hg.

Ferner liegen pneumatometrische Beobachtungen von Hutchinson[3]) vor. Derselbe prüfte den In- und Exspirationsdruck gleichfalls beim Athmen durch die Nase, indem er ein Nasenloch mit dem Quecksilber-Manometer in Verbindung brachte, während das andere Nasenloch und der Mund geschlossen wurden. Es ergab sich das Resultat, dass der positive Druck der forcirten Exspiration ungefähr um $^1/_3$ grösser war, als der negative Druck der forcirten Inspiration. Als Mittelwerth für die Inspiration erhielt er — 76 Mm., für die Exspiration ca. + 100 M. Indess verzeichnet er auch Fälle, in denen weit höhere und zwar „ganz ausserordentliche" Druckkräfte erreicht wurden, so bis zu 178 Mm. für die Inspiration und 250 Mm. für die Exspiration. Als niedrigste Werthe bei „schwachen" Personen fand er bei der Inspiration 38 Mm., bei der Exspiration 50 Mm.

Bemerkenswerth ist noch, dass Hutchinson bereits auf die Wichtigkeit dieser Untersuchungsmethode namentlich für Lebens-

---

1) A. Mendelsohn: Der Mechanismus der Respiration und Circulation oder das explicirte Wesen der Lungenhyperämien. Berlin 1845. Behr's Buchhandlung.

2) Die Werthe bei Mendelsohn sind in Zoll und Linien angegeben. Ich habe dieselben in Millimeter umgerechnet.

3) On the capacity of the Lungs. Med. chir. Transact. 1846. — Von der Capacität der Lungen und von den Athmungsfunctionen etc. Uebersetzt von Samosch. Braunschweig 1847. Vieweg. S. 66—74.

versicherungen zur Feststellung des Gesundheits- und Kräftezustandes aufmerksam machte und bei Kranken, in specie Schwindsüchtigen und auch in einem Falle mit geborstenem Trommelfell, die manometrischen Werthe weit unter die Norm herabgesetzt fand[1]).

Eingehende und präcise Untersuchungen machte endlich noch Donders[2]). Derselbe liess gleichfalls durch die Nase athmen. Er erhielt noch kleinere Zahlen als Hutchinson, welche besonders zu den grossen Werthen Valentin's in einem starken Contrast stehen. Das Princip, dass der Exspirationsdruck wesentlich grösser als der negative Inspirationsdruck ist, wird auch von Donders bestätigt. Der negative Druck für die forcirte Inspiration betrug 36—74 Mm., der positive Druck für die forcirte Exspiration 82—100 Mm. Für die gewöhnliche ruhige Athmung schätzt Donders den Inspirationsdruck auf — 3 Mm., den Exspirationsdruck auf + 2 Mm.

Dies waren meines Wissens die einzigen in der Literatur verzeichneten Beobachtungen über die Pneumatometrie, welche bereits zwei bis drei Jahrzehnte hinter uns lagen, ohne dass jemand unternahm, die so abweichenden Resultate der einzelnen Autoren zu prüfen und die Ergebnisse zu verwerthen. Und doch hatte bereits Donders nach seinen manometrischen Versuchen an Leichen und an gesunden Menschen die grosse Bedeutung, welche die Manometrie auch für die Pathologie haben könnte, vorausgesehen. Er deutete bereits an, dass das vesiculäre Emphysem mit Verminderung der Lungenelasticität einhergehen müsse; „den Schleier der Zukunft aber, — so fährt er fort — womit die Resultate, die bei anderen krankhaften Zuständen zu vermuthen sind, verhüllt sind, wollen wir nicht einmal zu lüften versuchen. Nur eins ist sicher, dass man nicht unbelohnt die Untersuchungen auf diesem Felde verfolgen werde."

Als ich mich mit dem Gegenstand zu beschäftigen anfing, war mein Augenmerk sofort darauf gerichtet, möglicherweise eine Methode zu gewinnen, welche der ärztlichen Diagnostik dienstbar sein könnte und auf diese Weise für die praktische Medicin sich verwerthen liesse. Die Resultate, welche ich erhielt, haben nicht nur

---

1) Ibidem S. 100 und 122.

2) Henle und Pfeufer's Zeitschrift 1853. — Donders: Die Physiologie des Menschen. Bd. I. Uebersetzt von Theile. Leipzig 1856.

diese Erwartungen bestätigt, sondern selbst meine kühnsten Hoffnungen übertroffen. Ich darf dreist behaupten, dass die Pneumatometrie sich an Exactität und praktischem Werth mit jeder anderen Untersuchungsmethode messen kann, und dass sie für manche Krankheitszustände gewisse Feinheiten der Diagnose gestattet, die durch keine anderen Hülfsmittel zu eruiren sind. Aber selbst wenn dies letztere nicht der Fall wäre, so besitzt sie schon den grossen Vorzug, eine rein objective physikalische Methode zu sein, deren Ergebnisse in nackten Zahlen sich ausdrücken, und wer da weiss, wie arm die Medicin an derartigen Methoden ist (die vornehmlichste derselben ist wohl die Thermometrie), muss schon aus diesem einen Grunde allein die Pneumatometrie würdigen.

Die pneumatometrische Methode ist in ihrer Handhabung ausserordentlich einfach; aber dennoch muss sie erlernt und eingeübt werden. Namentlich sind es gewisse Fehlerquellen, die man kennen und vermeiden muss. Erst wenn man hierin eine gewisse Erfahrung erlangt hat, und diese lässt sich ohne grosse Mühe, besonders durch Versuche an Gesunden, schnell erreichen, gelangt man zu Ergebnissen, die brauchbar und für die Diagnose verwerthbar sind.

In folgendem stelle ich die Arbeiten zusammen, welche, so weit mir bekannt, nach meiner ersten Publication 1871 über die Pneumatometrie erschienen sind, und welche nebst den bereits citirten Abhandlungen die Literatur über diesen Gegenstand vervollständigen:

Lassar: Zur Manometrie der Lungen. Inaugural-Abhandlung, der medicinischen Facultät zu Würzburg vorgelegt. Würzburg 1872. — Eichhorst: Ueber die Pneumatometrie und ihre Anwendung für die Diagnostik der Lungenkrankheiten. Deutsches Archiv für klin. Medicin. XI. p. 268. 1873. — Elsberg: Pneumatometry: the new Means of Diagnosis in Diseases of the Respiratory Organs. New York Medical Journal. Novbr. 1875. p. 469. — Biedert: Beiträge zur pneumatischen Methode. Deutsches Archiv für klin. Medicin. XVII. p. 164. 1876. — Biedert: Zur Technik der Pneumatometrie. Ibidem. XVIII. p. 115. 1876. — Biedert: Die pneumatische Methode und der transportable pneumatische Apparat. Volkmann's Sammlung klinischer Vorträge. No. 104. 1876. — Fischl: Ueber einige Erscheinungen der beginnenden Lungenphthise. Prager Wochenschr. 7. 8. 1876. — Stolnikow: Ueber den Einfluss des Fiebers, resp. erhöhter Temperatur auf die Respirationskraft und die Elasticität der Lungen. St. Petersburger med. Wochenschr. 6. 1876. — Mordhorst: Das Pneumatometer. Allgem. med. Centralzeitung. 60. 1876. — Küss: Étude sur la Pneumatometrie et la Pneumothérapie. Strasbourg 1876. — Enea Casorati: Sulla cura pneumatica nelle malattie pulmonari e cardiache. Lo Sperimentale. Juni u. August 1876. — Knauthe:

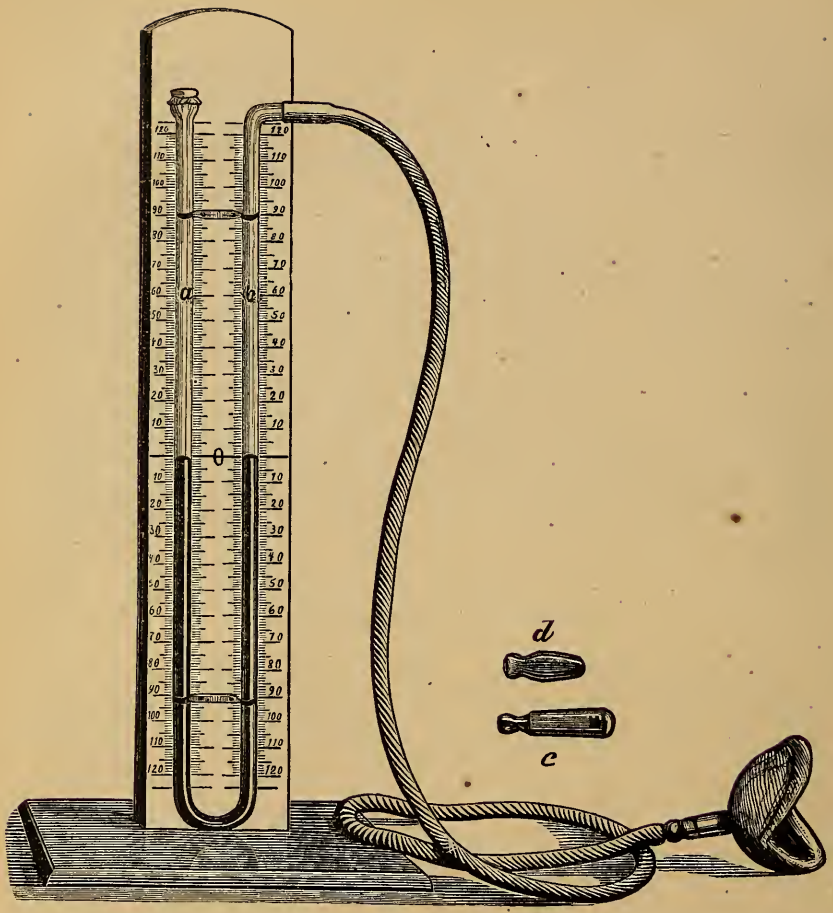
Handbuch der pneumatischen Therapie. Leipzig. Otto Wigand. 1876. — Geigel und A. Mayr: Das Schöpfradgebläse, angewendet auf Pneumatotherapie. Leipzig. C. C. W. Vogel. 1877. — Rollett: Ueber den Einfluss der Körperlage auf die Ergebnisse der Brustuntersuchung. Deutsches Archiv f. klin. Medicin. XIX. p. 284. 1877. — Rychlicki: Einiges über die Pneumatometrie in physiologischer und diagnostischer Hinsicht. Medycyna 27—30. 1877. Virchow-Hirsch: Jahresbericht von 1877. I. p. 218. — E. Leyden: Manometrische Messungen über den Druck innerhalb der Brust resp. Bauchhöhle bei Punctionen des Thorax resp. des Abdomens. Charité-Annalen vom Jahre 1876. Berlin. Hirschwald, 1878. — Wassiljew: Ueber den Einfluss des Singens auf die Gesundheit. St. Petersburger med. Wochenschr. 7. 1879. — Neupauer: Die physicalischen Grundlagen der Pneumatometrie und des Luftwechsels in den Lungen. Deutsches Archiv für klin. Medicin. Bd. 23. Heft 5 u. 6. 1879. — Krause: Pneumatometrische Untersuchungen nach einer neuen Methode. Inaug.-Dissertation. Berlin 1879. — Stolnikow: Ueber den Einfluss des Fiebers auf die Athmungsmuskeln und das elastische Lungengewebe. Aus Prof. W. Besser's Cabinet für allgem. Pathologie und Therapie. St. Petersburger med. Wochenschr. 29. 30. 31. 1879. — Quincke: Ueber den Druck in Transsudaten. Deutsches Arch. f. klin. Med. XXIV. p. 453. 1879. Vergl. auch eine frühere Arbeit von Quincke: Zur Behandlung der Pleuritis. Berl. klin. Wochenschr. 6. 7. 1872.

Das Pneumatometer.

Das Pneumatometer[1]), wie ich es benutze, besteht aus einer an einem Holzständer verschiebbar befestigten, zweischenklig gebogenen, an beiden Enden offenen Glasröhre, von der jeder verticale Schenkel etwa 270 Mm. hoch ist, der eine (a) oben birnenförmig erweitert und mit Gaze oder Tüll, zur Abhaltung von Verunreinigungen, überzogen ist, der andere (b) oben sich horizontal umbiegt und in einen langen Gummischlauch eingefügt ist, welcher zu einem Mund- resp. Nasenstück aus Horn, oder zu einer Gesichtsmaske führt. Letztere ist dem später zu beschreibenden transportablen pneumatischen Apparate entlehnt. Das Mundstück (c) ist platt, ca. 15 Mm. breit, selbstverständlich in seiner Länge durchbohrt, genau so wie es zu den Dampf- oder Gas-Inhalations-Apparaten seit lange benutzt wird; das Nasenstück (d) ist oval und schmal genug, um in ein Nasenloch eingefügt werden zu können, es ist dasselbe, welches auch zur Nasendouche verwendet wird. Die gebogene Glasröhre hat 8—9 Mm. im Durchmesser.

1) Dasselbe wird von Paetz und Flohr hierselbst, Unter den Linden 14, angefertigt und ist auch von Windler, Dorotheenstrasse 3, zu beziehen.

Fig. 1.



An beiden Seiten des Ständers, welcher dieselbe trägt, befindet sich, beiden Röhrenschenkeln entsprechend, eine genaue Millimeter-Eintheilung [1]), in der Mitte der Höhe der Nullpunkt, das Mass nach oben und unten nach der Entfernung vom Nullpunkt bezeichnet. Die Röhre wird mit Quecksilber so weit gefüllt und so eingestellt,

1) Anfangs benutzte ich ein Manometer, in welchem ich die Eintheilung nicht nach Millimetern, sondern nach dem mittleren Atmosphärendruck (28 Zoll) ausführen liess, derart, dass eine Graduirung von $^1/_{100}$ bis $^1/_{10}$ Atmosphärendruck unter und über 0 vorhanden war.

dass das Niveau der Quecksilbersäule genau dem Nullpunkt entspricht. Damit die Einstellung zu jeder Zeit mit Leichtigkeit erfolgen könne, ist, wie bereits bemerkt, die Röhre am Ständer nicht vollkommen befestigt, sondern an ihm verschiebbar.

Den Fuss des Holzständers liess ich, auf Curschmann's Rath, um das Instrument vor dem allzu leichten Umfallen zu schützen, mit Blei ausgiessen, und ich habe mich von der Zweckmässigkeit dieser Vorrichtung überzeugt.

Methode der Untersuchung.

Zunächst ist zu beachten, dass beim Ablesen der Druckschwankungen am Manometer-Rohr die Zahl, bis zu welcher das Quecksilber nach der einen oder nach der anderen Seite gehoben wird, verdoppelt werden muss; denn der Druck bemisst sich nach der Differenz der Quecksilberhöhe in beiden Röhren, und nothwendig muss — ein sich gleichbleibendes Lumen der Röhre vorausgesetzt — das Quecksilber in der zweiten Röhre um eben so viel sinken, wie es in der ersten steigt. Steigt beispielsweise das Quecksilber in der Röhre a auf 30 Mm., so sinkt es in der Röhre b gleichfalls um 30 Mm., und man hat demnach die Differenz als 60 Mm. zu bezeichnen. Alle pneumatometrischen Werthe, die sich in den folgenden Blättern finden, sind bereits in diesem Sinne aufzufassen, d. h. sie bezeichnen die wirklichen Druckdifferenzen, nicht etwa die durch das Manometer angezeigten, nur die Hälfte betragenden Zahlen.

Das Pneumatometer dient zur Messung der Inspirations- und der Exspirationskraft. Wird durch das Mund- oder Nasenstück oder durch die Maske in das Manometer hinein exspirirt, so hebt sich die Quecksilbersäule im Schenkel a bis zu einer gewissen Höhe, während sie um eben so viel im Schenkel b sinkt. Die Differenz in der Quecksilberhöhe der beiden Schenkel, oder die Verdoppelung der am Pneumatometer angezeigten Zahl ist das Mass des positiven Exspirationsdrucks. Bei der Inspiration hingegen wird das Quecksilber im Schenkel b in die Höhe gezogen und fällt um eben so viel in a; wir erhalten hier also einen negativen Druck. Diesen negativen Druck können wir auch passend als Inspirationszug bezeichnen.

Die pneumatometrische Untersuchung lässt sich durch den Mund, oder durch ein Nasenloch, oder durch Mund und Nase zugleich ausführen.

Im ersten Falle wird das Mundstück, in welches der Schlauch des Manometers endet, möglichst tief in den Mund, am besten bis zum Zungenrücken, d. h. über den Isthmus glosso-palatinus hinweg, eingeführt und luftdicht von den Lippen umschlossen[1]). Es ist nicht gerade nothwendig, aber in manchen Fällen nützlich, ausserdem die Nase beim Ein- und Ausathmen mit den Fingern verschliessen zu lassen.

Im zweiten Falle wird das Nasenstück an den Schlauch befestigt und dasselbe in ein Nasenloch möglichst hoch eingeschoben; der Mund wird geschlossen, und mit den Fingern wird die Nase derart zugehalten, dass eine Communication mit der äusseren Luft sowohl durch das eine wie durch das andere Nasenloch gehindert ist.

Das Zuhalten der Nase ist indess nur für die Exspiration wichtig; für die Inspiration ist es nicht immer nothwendig; denn ich überzeugte mich bei Versuchen an mir selbst und anderen, dass wenn durch ein Nasenloch inspirirt wird, gewöhnlich das andere sich von selbst schliesst — sei es durch den Druck der äusseren Atmosphäre auf den einen luftverdünnten Raum bildenden Nasenkanal, sei es dass die zum Verschluss der Nase behufs fester Umklammerung des Nasenstückes in Bewegung gesetzte Musculatur des einen Nasenlochs eine Mitbewegung des anderen in gleichem Sinne anregt. Ich erhielt demnach bei forcirter Inspiration ungefähr gleiche Resultate, ob das zweite Nasenloch zugehalten wurde oder nicht; dagegen bei der Exspiration waren die Werthe bei weitem kleiner, wenn das zweite Nasenloch nicht mit dem Finger verschlossen gehalten wurde.

Im dritten Falle endlich benutzt man eine den Mund und die Nase fest umschliessende Gesichtsmaske. Man ordne an, dass der zu untersuchende mit offenem Munde unter der Maske ein- resp. ausathme.

Ob eine dieser drei Methoden am meisten vorzuziehen sei, wird von der Entscheidung abhängen, welche von ihnen die exacteste und bequemste ist.

---

1) Ein trichterförmiges Mundstück, wie es Valentin benutzte, welches nicht in den Mund genommen, sondern vor demselben gehalten wird, fand ich nicht praktisch. Ich habe mir ein solches aus Hartgummi anfertigen lassen; dasselbe passt aber nur einer beschränkten Anzahl von Individuen, während bei den übrigen ein luftdichter Verschluss dadurch nicht zu ermöglichen ist.

Die Exactität des Untersuchungsresultats kann nämlich durch Fehlerquellen sehr erheblich gestört werden. Dieselben müssen wir deshalb genau kennen zu lernen und demgemäss zu vermeiden suchen.

Lässt man nämlich durch ein Mundstück inspiriren, ohne dass man den Kranken vorher genügend instruirt hat, so kommt es gewöhnlich vor, dass derselbe überhaupt nicht inspirirt, sondern anstatt dessen die Mundhöhle am Isthmus palato-glossus nach dem Pharynx hin verschliesst und Luft in die geschlossene Mundhöhle vom Manometer aus aspirirt, dass er also statt einer Inspirationsbewegung eine Saug- oder Schlürfbewegung macht. Diese Aspirationskraft ist nun ausserordentlich viel grösser als die Inspirationskraft, und wenn man diese Verhältnisse nicht kennt, so kann man leicht den Fehler machen, das Resultat der ersteren für das der letzteren anzusehen. Der einigermassen geübte erkennt in den meisten Fällen den Fehler sofort: Wenn nämlich aspirirt wird, so steigt die Quecksilbersäule (in Schenkel b) mit grosser Schnelligkeit oder fast plötzlich zu einer unerwarteten, d. h. das mittlere Mass der Inspirationskraft weit übersteigenden Höhe an, oder sie wird mehr allmälig ununterbrochen hoch und immer höher hinaufgezogen, und wenn man nicht Einhalt gebietet, so saugt der betreffende innerhalb einer oder weniger Secunden das Quecksilber bis an das oberste Ende der Röhre in den Gummischlauch oder selbst in seinen Mund hinein.

Eine gleiche Fehlerquelle macht sich bei der Exspiration geltend. Auch hier kommt es leicht vor, dass der zu untersuchende, nachdem er seine Mundhöhle mit Luft stark gefüllt hat, den Isthmus glosso-palatinus schliesst, denselben nur von Zeit zu Zeit zur Aufnahme neuer Luft öffnet und nun, statt zu exspiriren, mittelst der Mundhöhlenmusculatur — ähnlich wie beim Blasen von Blaseinstrumenten — die Luft austreibt. Hier zeigt dann das Manometer nicht die Exspirationskraft, sondern vielmehr die Expulsionskraft der Mundhöhle an. Auch diese ist bei weitem grösser als die Exspirationskraft, und auch hier kann man nach einiger Uebung leicht am Manometer erkennen, wenn statt der Exspiration der Fehler der Expulsion gemacht wird. Es tritt dann nämlich — gleich wie bei der Aspiration, aber im anderen Schenkel (a) des Manometers — ein auf-

fallend rapides Ansteigen des Quecksilbers ein, so dass dasselbe sogar aus der Röhre hinausgeschleudert werden kann.

In manchen Fällen sind diese Fehler nicht so ausgesprochen markirt und können dann leicht zu Täuschungen Veranlassung geben. Es kann nämlich eine wirkliche Inspiration abwechselnd mit einer Aspiration sich combiniren, ebenso eine Exspiration mit einer Expulsion, wobei am Manometer, nachdem das Steigen des Quecksilbers normal, d. h. durch In- resp. Exspiration bewirkt, bis zu einer geringen Höhe sich vollzogen hat, nach einer kurzen Pause plötzlich ein abnorm hohes erneutes Ansteigen sich manifestirt. Durch Uebung wird man auch diesen Fehler erkennen lernen.

Ein weniges wirken übrigens bei jeder angestrengten In- und Exspiration durch den Mund, auch wenn sie normal vollzogen wird, die Aspirations- und Expulsionsbewegungen der Mundhöhlenmusculatur mit. Dieselben gehören hier zu dem physiologischen Mechanismus der forcirten Ein- und Ausathmung, und der Antheil, welcher ihnen bei der Kraftentwicklung derselben zukommt, ist in dem Endergebniss, welches die Summe aller bei der angestrengten Ein- und Ausathmung concurrirenden Kräfte darstellt, mit eingeschlossen. Dieser gleichsam physiologische Antheil der Aspiration und Expulsion an dem pneumatometrischen Resultat stört also die Exactität des letzteren, wenigstens für die praktische Verwerthung, für gewöhnlich nicht. Nur theoretisch wäre es von Interesse zu untersuchen, welcher Antheil an der durch das Manometer angezeigten Summe der wirkenden Kräfte den verschiedenen Muskelgruppen, den vorhandenen Widerständen etc. zukommt. Die Entscheidung dieser Frage ist indess eine rein physiologische und hat vorläufig für das praktische Bedürfniss weniger Bedeutung.

Nur in manchen, relativ seltenen Fällen ist es auch praktisch wichtig, auf diesen Punkt sein Augenmerk zu richten. Gewisse Personen nämlich haben durch ihr Gewerbe oder ihre Beschäftigung theils eine besondere Kraft, theils eine aussergewöhnliche Uebung der Mundhöhlenmusculatur erlangt, beispielsweise die Bläser von Instrumenten, die Schlächter u. a. Bei diesen erzielt man meist relativ hohe pneumatometrische Werthe, indem die Aspiration mit der Inspiration, resp. die Exspiration mit der Exspulsion geschickt combinirt wird, und die Mundhöhlenkraft einen abnorm hohen Faktor für das Endergebniss setzt. Nach diesem Massstab wird

man demnach die pneumatometrischen Werthe solcher Individuen mit einiger Vorsicht zu beurtheilen haben.

In den weitaus meisten Fällen gelingt es ohne Mühe, die zu untersuchenden Personen so zu instruiren, dass sie ein brauchbares Ergebniss bei der Pneumatometrie liefern [1]). Einige freilich geberden sich mehr oder weniger ungeschickt und sind schwer anstellig, die Fehlerquellen zu vermeiden. Bei diesen muss man einige Geduld aufwenden und kommt dann grösstentheils zum Ziele. Nur vereinzelte Individuen, darunter selbst gebildete, fand ich unter mehreren tausend Personen, die ich untersuchte, so ungelehrig, dass ich überhaupt darauf verzichten musste, den Zweck zu erreichen.

Ausser der Belehrung, die immer das wesentlichste ist, besteht ein wichtiges Mittel, den Fehler der Aspiration und Expulsion zu vermeiden oder zu vermindern, darin, dass man das Mundstück nicht bloss fest zwischen die Lippen nehmen, sondern, wie oben bereits erwähnt, möglichst tief nach hinten bis zum Zungenrücken hinter den Isthmus palato-glossus einführen lässt. Diesen Kunstgriff kann man zwar bei leicht anstelligen Personen entbehren, er ist aber nothwendig theils bei ungeschickten, theils bei solchen, die eine abnorme Uebung der Mundhöhlenmusculatur voraussetzen lassen.

Die Erwägung, die Fehlerquelle der Aspiration und Expulsion gänzlich aus der Pneumatometrie ausschliessen zu wollen, war es hauptsächlich, welche zu den Versuchen, durch ein Nasenloch anstatt durch den Mund athmen zu lassen, Veranlassung gegeben hat. Ich habe in zahlreichen Fällen die Untersuchung durch die Nase anstellen lassen, und das endliche Resultat war, dass ich allmälig fast vollständig von dieser Methode zurückgekommen bin.

Die Untersuchung durch die Nase ist den meisten Menschen nicht nur unbequem und lästig, sondern wird sogar von vielen als eine aussergewöhnliche Unannehmlichkeit betrachtet. Man könnte sich hierüber hinwegsetzen, wenn die Vortheile dieser Methode so

---

1) Fast alle, die sich mit dem Gegenstand ernst beschäftigten, kamen zu gleichen Resultaten. So erwähnt speciell Eichhorst (l. c.), dass es ihm unter 150 Personen nur bei einer einzigen nicht gelang, durch Belehrung derselben zum Ziele zu kommen.

evident wären, dass sie diese Nachtheile in den Schatten stellen. Dem ist aber keineswegs so. Zu der Unbequemlichkeit kommen noch andere Uebelstände hinzu. Häufig nämlich ist der Nasenkanal verengt, selbst verstopft, noch häufiger mit Schleim bedeckt, welcher die Oeffnung des Nasenstücks verlegt. Durch diese Momente wird das Kraftmass der In- und Exspiration herabgesetzt, und man erhält dann ganz unbrauchbare Zahlen. Andererseits wird der Fehler, um dessen Vermeidung willen man überhaupt die Nasenathmung der Mundathmung vorzog, wie ich mich auf's bestimmteste überzeugte, gar nicht einmal eliminirt. Auch durch die Nase werden Aspirations- und Expulsionsbewegungen vollzogen, und dieselben erfolgen in manchen Fällen mit einer solchen Kraft, dass sie das pneumatometrische Ergebniss sehr wesentlich beeinflussen und abnorm hohe Werthe zum Vorschein bringen. Gewisse Individuen besitzen nämlich eine ganz besondere Geschicklichkeit — gewöhnlich durch häufigen Schnupfen übend erlernt — durch die Nase, behufs Entfernung von Schleim nach aussen oder in die Fauces, forcirt Luft auszustossen oder einzuziehen, und diese Geschicklichkeit, am Pneumatometer zur Geltung gebracht, führt eben die gleichen Fehler herbei, um deren Vermeidung willen wir die Unbequemlichkeit und Unannehmlichkeit der Nasenathmung hätten in den Kauf nehmen wollen.

Da die Fehlerquellen demnach durch die letztere Methode nicht eliminirt werden — in vielen Fällen werden die pneumatometrischen Werthe zu klein, in anderen zu gross —, so überwiegen die erst genannten Schattenseiten um so mehr zu Ungunsten der Nasenathmung, und aus diesem Grunde kann ich dieselbe für die gewöhnliche Untersuchung nicht empfehlen. Man kann sie für diejenigen seltenen Fälle reserviren, in welchen die reguläre Athmung durch den Mund wegen der Ungelehrigkeit der Patienten nicht gelingt, oder sie zur Controle benutzen, wo man über die Exactität des bei der Mundathmung gewonnenen Resultats im unklaren geblieben ist.

Am sichersten wird der Fehler der Aspiration und Expulsion vermieden, wenn man eine Gesichtsmaske, welche Mund und Nase luftdicht umschliesst, anstatt des Mund- und Nasenstückes anwendet. Ich begann meine Versuche mit einer solchen Maske anzustellen, sofort nachdem ich durch Construction meines transportablen pneumatischen Apparates in den Besitz einer allen An-

forderungen des luftdichten Verschlusses genügenden Gesichtsmaske gelangt war, und überzeugte mich bald, dass vermittelst derselben die Pneumatometrie am exactesten und mit leichtester Vermeidung der Fehlerquellen ausgeführt werde [1]). Seitdem bediene ich mich regelmässig der Maske und greife nur dann ausnahmsweise statt derselben zum Mundstück, wenn zufällig von den vorräthigen Masken keine dem Gesichte des Patienten luftdicht anpasst. Wer im Besitze eines pneumatischen Apparates ist, wird auch immer eine Anzahl Masken vorräthig haben, unter denen sich — einzelne Ausnahmen abgerechnet — immer eine finden wird, welche für die zu untersuchende Person passt. Für die weitaus meisten Fälle reicht sogar dieselbe mittlere Grösse der Maske, die dann nach dem Gesichte leicht gebogen werden kann, aus, und nur in seltenen Fällen bedarf man grösserer oder kleinerer Masken.

Beim Athmen unter der Maske muss der zu untersuchende mit weit geöffnetem Munde in- und exspiriren. Er kommt deshalb nicht in die Lage, den Isthmus glosso-palatinus zu schliessen und eine Aspiration resp. Expulsion statt der Inspiration und Exspiration auszuführen. Eine Aspirations- und Expulsionsbewegung ist freilich auch hier mit der Ein- und Ausathmung verbunden, aber nur eine solche, welche innerhalb der physiologischen Grenzen (vergl. oben) sich bewegt.

Bei Benutzung der Maske macht der Patient zuweilen den Fehler, dass er dieselbe, anstatt sie nur fest und luftdicht ans Gesicht anzulegen, mit zu grosser Gewalt anpresst und sie hierbei mit der Hand kräftig zusammendrückt. Es erleidet dadurch die Luft in der Maske eine Compression, die sich am Manometer als positiver Druck zu erkennen giebt. Geschieht dieses gewaltsame Zusammenpressen der Maske während der Exspiration, so erhält man einen zu grossen Druckwerth — hiermit also eine Fehlerquelle, die man zu beachten und zu verhindern hat.

Noch eine andere Fehlerquelle, die aber leicht erkannt und leicht vermieden wird, ist zu erwähnen. Es kommt nämlich vor, dass der zu untersuchende nach erfolgter einmaliger Exspira-

1) Hr. Geh. Rath Lebert hatte, ohne meine bezüglichen Versuche zu kennen, wie er mir im Frühjahr 1874 brieflich mittheilte, gleichfalls die Gesichtsmaske meines pneumatischen Apparates mit Vortheil zur Pneumatometrie angewendet. Seit meinen ersten Mittheilungen über die Vorzüge der Maske für die Pneumatometrie scheinen sich dieselben fast allgemein bestätigt zu haben.

tion die Quecksilbersäule mittelst der Mundhöhle auf ihrem Niveau der positiven Druckdifferenz erhält, sodann mittelst der Nase kurz inspirirt und darauf eine zweite Exspiration unter Zuhülfenahme der Mundpresse folgen lässt, wobei sich die Wirkungen der zwei Exspirationen und der Expulsion combiniren, und ein abnorm hoher Druck — freilich nur für einen Moment — erzielt wird. Um diesen Fehler zu vermeiden, dazu genügt die oben gegebene Vorschrift, bei der Athmung mittelst des Mundstücks die Nase mit den Fingern verschliessen zu lassen. Wo dieser Fehler nicht gemacht wird, ist das Zuhalten der Nase überflüssig, weil der Nasenrachenraum vom Velum palatinum hinlänglich verschlossen wird. Bei der Athmung durch die Maske kann überhaupt der angegebene Fehler nicht vorkommen.

Dagegen macht sich bei der letzteren, eben so wie bei der Athmung mittelst Mund- und Nasenstücks, oft eine andere Störung geltend, welche einen sehr instructiven Beweis dafür liefert, wie mangelhaft die meisten Menschen, selbst gebildete, nicht selten mit den einfachsten Functionen ihres Körpers vertraut sind. Will man beispielsweise die Exspiration messen, und man fordert die betreffenden Personen auf zu exspiriren, so sieht man nicht selten am Manometer anstatt eines positiven Ausschlags (im Schenkel a) einen negativen (im Schenkel b): dieselben haben also nicht ausgesondern eingeathmet, obgleich sie das entgegengesetzte zu thun vermeinten oder wirklich intendirten. Dieser Fehler wird nun freilich durch Belehrung überwunden; aber oft bleibt gleichsam ein Rest desselben übrig, der das Resultat stört. Die betreffenden Individuen beginnen nämlich die vorgeschriebenen Exspirationsversuche am Pneumatometer, noch bevor sie ihre Inspiration vollendet haben: es zeigt sich dann am Manometer zuerst ein kleiner negativer Inspirations-Ausschlag, auf welchen dann erst die positive Drucksteigerung der Exspiration folgt. Die Versuchsperson weiss meist nichts von dem Fehler und muss erst von dem Arzte, der denselben ja am Manometer sofort erkennt, darauf aufmerksam gemacht werden. Dadurch nun, dass zuerst eine negative Quecksilberschwankung im Manometerrohr stattgefunden hat, ist gleichsam der Nullpunkt für die Berechnung des nachfolgenden positiven Ueberdruckes verschoben, er ist um so viel über Null am Manometer hinaufgerückt, als der vorangehende kurze Inspirationszug betragen hat, und deshalb wird bei der nun folgenden Exspiration das Quecksilber weniger hoch, nämlich um die Differenz

der anfänglichen negativen Druckschwankung, hinaufgeschoben, als bei normaler Exspiration. — Der analoge Fehler wird, wenn auch seltener, bei der Inspiration gemacht.

Manche ungeübte Personen machen sogar bei den pneumatometrischen Versuchen dauernd abwechselnd In- und Exspirationen, wobei ein Pendeln der Quecksilbersäule bald nach rechts, bald nach links hin erfolgt.

Alle diese Fehler erkennt der Arzt sofort, und dieselben lassen sich nur durch Belehrung der Patienten eliminiren.

Nach Beleuchtung aller dieser Punkte gestaltet sich demnach das Endresultat über die eingangs erwähnten drei Methoden folgendermassen:

Am zweckmässigsten erscheint für die meisten Untersuchungen die Benutzung der Gesichtsmaske, weil hierbei die Fehlerquellen am leichtesten zu vermeiden sind. Aber auch die Anwendung des Mundstücks ergiebt vollkommen brauchbare Resultate, wenn man die oben näher ausgeführten nothwendigen Cautelen beobachtet und die zu untersuchenden Personen genügend instruirt. Der Gebrauch des Nasenstücks ist unbequem, bietet für gewöhnlich keine Vortheile, oft sogar noch erhebliche Nachtheile und ist deshalb nur für Ausnahmefälle zu reserviren.

Es ist empfehlenswerth, eine grössere Anzahl von Mund- und Nasenstücken so wie von Gesichtsmasken vorräthig zu halten, damit Kranken, die es für sich selbst wünschen, oder von denen eine Ansteckung zu befürchten ist, ihr eigenes erhalten können.

Bei der pneumatometrischen Untersuchung ist es zweckmässig, zwischen dem Messen der Inspiration und dem der Exspiration eine kleine Pause eintreten zu lassen. Das Athmen am Pneumatometer strengt nämlich immer etwas an, und der zu untersuchende muss deshalb nach der Messung der Inspiration sich erst ausruhen und genügend Athem schöpfen, ehe zu der Messung der Exspiration geschritten wird. Der letzteren muss stets eine tiefe Inspiration aus der freien Luft unmittelbar vorausgeschickt werden. Für die Messung der Inspirationskraft hingegen ist es nicht nothwendig und deshalb auch nicht empfehlenswerth, dass eine forcirte Exspiration in die freie Luft der zu messenden Inspiration vorangehe, weil das Mass des Inspirationszuges dadurch nicht wesentlich modificirt wird.

Gewöhnlich übe ich folgenden Modus der Untersuchung: Nach vorhergegangener genauer Instruction hält der betreffende die Maske vor Mund und Nase, resp. führt das Mund- oder Nasenstück ein, und inspirirt mit einem Zuge so tief, als er irgend vermag, während ich am Manometer das Maximum der erzielten Quecksilberhöhe ablese. Ich lasse dann sofort die Maske wegnehmen und mehrere Male ruhig aus freier Luft athmen. Meist wiederhole ich dieselbe Procedur mehrere Male mit den zum freien Athmen nothwendigen Pausen, zumal wenn das erreichte Resultat zu Bedenken in betreff seiner Brauchbarkeit Veranlassung gegeben hat. Das aus den verschiedenen Versuchen erlangte Maximum notire ich als den Werth der Inspirationskraft. Darauf nach einer Pause von etwa $^1/_2$—1 Minute, selten länger, gehe ich an die Messung der Exspiration, welcher, wie bereits erwähnt, eine tiefe Inspiration aus freier Luft vorangeschickt wird. Auch hier lasse ich meist mehrere Exspirationsversuche mit dazwischen liegenden Pausen hintereinander ausführen und notire das Maximum aus allen Versuchen.

Es ist deshalb wichtig, zu wiederholen Malen die Inspirationen und Exspirationen ausführen zu lassen, weil nicht immer die zu untersuchenden sofort das ganze Kraftmass aufwenden, dessen sie fähig sind. Haben sie indess erst einige Male den Versuch gemacht, so geben sie dann später meist das gleiche oder ein annähernd gleiches Resultat, bis sie ermüdet werden und dann nur noch kleinere Werthe hervorbringen.

Ich halte es für nothwendig, das Maximum aus sämmtlichen Versuchen als das Endergebniss hinzustellen, nicht etwa eine Mittelzahl aus den Ergebnissen der einzelnen Versuchsreihen. Lassar, welcher unter Riegel's Leitung meine pneumatometrischen Ergebnisse einer Prüfung unterzog, beging meines Erachtens den Fehler, dass er aus einer Anzahl von Versuchen, die er ein Individuum ausführen liess, das Mittel berechnete und dieses als die besonders massgebende Zahl hinstellte. Dieses Mittel entspricht niemals den wirklich vorliegenden Verhältnissen; denn mittelst des Pneumatometers soll die Maximalkraft gemessen werden, welche die Ein- und Ausathmung zu leisten im Stande ist, nicht eine beliebige mittlere Kraft, die sich aus der Summe von nur theilweise brauchbaren und im übrigen ganz unbrauchbaren — weil entweder durch Fehlerquellen oder ungenügende Kraftanstrengung verursachten — Zahlen zusammensetzt. Exact ist aber nur diejenige Zahl, welche das Individuum bei seiner grössten Kraftanstrengung producirt, und diese Zahl ist eine constante; denn lange Zeit täglich oder wöchentlich fortgesetzte Untersuchungen (theilweise an den Studirenden, die meine Vorlesungen hörten) ergaben, normale Verhältnisse vorausgesetzt, jedes Mal ein nahezu gleiches Maximum.

Es sind zweierlei Methoden der Messung zu unterscheiden:

1. Forcirte Athmung: Lässt man aufs tiefste plötzlich

und forcirt inspiriren, so steigt das Quecksilber schnell bis zu einem Maximum an, kann aber selten kaum 1 Secunde auf diesem Maximum durch die Inspirationskraft erhalten werden, sondern sinkt sehr bald wieder zu einem niederen Werthe herab. Das gleiche geschieht bei schneller forcirter Exspiration.

2. Langsame Athmung: Lässt man gleich tief, aber langsam und nur allmälig bis zur vollsten Kraftentfaltung ansteigend inspiriren, so erhebt sich das Quecksilber langsam bis zu einer gewissen Höhe, welche das Maximum des vorigen Versuchs nicht erreicht, kann jedoch eine oder mehrere Secunden auf dieser oder einer etwas niedrigeren Höhe durch die Inspirationskraft erhalten werden. Gewöhnlich bleibt das Quecksilber hierbei nicht starr auf demselben Punkte, sondern pendelt herauf und herab zwischen zwei Werthen, die etwa 10—20—40 Mm. auseinander liegen. Man kann dann entweder die Mittelzahl als den gefundenen Werth notiren oder diejenige Ziffer, auf der das Quecksilber am längsten verharrt. Der gleiche Modus gilt für die Exspiration.

Es fragt sich nun, welche dieser beiden Methoden ist für die Pneumatometrie vorzuziehen?

Beide Methoden haben sicherlich ihre Berechtigung. Die erste zeigt das Maximum der überhaupt möglichen, wenn auch nur für einen Moment zu ertragenden Kraftentfaltung an, die letztere zwar nicht die äusserste Kraftanstrengung, aber dafür dasjenige volle Kraftmass, welches für eine oder mehrere Secunden aufgewendet werden kann.

Von vorn herein hatte ich die Ueberzeugung, dass die zweite Methode ein angemesseneres Mass für die Beurtheilung der Athemkraft liefere, und gab ihr deshalb vor der ersten den Vorzug[1]). Dennoch lenkte mich allmälig die Praxis auf einen anderen Weg, so dass ich grösstentheils die Methode der forcirten Athmung ausübte und sie auch als die praktischere empfahl[2]). Allen meinen in diesem Werke niedergelegten Untersuchungen sind auch die nach der Methode der forcirten Athmung gewonnenen Maximalzahlen zu Grunde gelegt, wo nicht das Gegentheil direct notirt ist. Mehr und mehr kehrte ich aber wieder zu der Methode der langsamen Athmung zurück und zwar in Folge von Experimenten, die ich, angeregt durch

1) Vergl. meine erste Arbeit über die Pneumatometrie. Berliner klin. Wochenschr. 45. 1871.

2) Vergl. die erste Auflage dieses Werkes 1875.

die Arbeit von Mordhorst, anstellte, und die ich weiter unten mittheilen werde.

Folgende Gesichtspunkte waren es, welche mir die forcirte Athmung praktischer erscheinen liessen:

Bei derselben erhält man eine bestimmte Maximalzahl, die sich bequem und mit geringem Zeitaufwand erreichen lässt, die für sich allein ausreicht und für ihre Deutung — selbstverständlich bei Ausschluss der Fehlerquellen — keines zweiten Faktors zur Ergänzung bedarf. Diese Maximalzahl ist für jedes Individuum eine nahezu constante.

Anders verhält es sich mit der zweiten Methode: hier drückt die notirte Quecksilberhöhe, wie es schien, für sich allein nicht das volle Kraftmass aus, sondern es kommt als zweiter Faktor die Zeitdauer hinzu, während welcher das Individuum die Kraft aufzuwenden vermag. Das brauchbare Resultat ist demnach ein complicirtes Product von Druckwirkung und Zeit, aber keineswegs derart, dass man etwa durch einfache Multiplication der beiden Faktoren zu einem exacten Ergebnisse gelangen könnte.

Ausserdem ist es schwieriger, bei der zweiten Methode das richtige constante Maximum der Druck- resp. Zugkraft zu gewinnen; denn jenachdem das Individuum schneller oder langsamer athmet, wird es bald höhere, bald niedrigere Werthe erreichen, die es im letzteren Falle dann längere Zeit wird ertragen können, als im ersteren Falle. Man ist bei dem langsamen Athmen nicht so sicher, dass der zu untersuchende auch seine volle Kraft, möglichst tief zu athmen, aufwendet, wogegen bei der forcirten Athmung es dem beobachtenden Arzte leichter klar wird, ob es geschieht oder nicht. Die Instruktion und die Untersuchung mit der langsamen Athmung ist deshalb zeitraubender. Die Praxis drängt entschieden dazu, ein einfaches, constantes und leicht zu erzielendes Maximum vorzuziehen, und deshalb glaubte ich, die erste Methode ganz besonders empfehlen zu müssen, obgleich ich in der Theorie die Vorzüge der zweiten Methode niemals verkannte und dieselbe auch stets neben der anderen ausübte. Manchen Personen wird es überdies schwer, durch forcirte plötzliche In- und Exspiration eine hohe Maximalziffer zu erreichen; dagegen bringen sie es bequem zu einer niedrigeren Höhe, auf der sie dann das Quecksilber während einiger Secunden zu erhalten vermögen. In solchen Fällen ist überhaupt von der forcirten Athmung ganz abzusehen.

Den praktischen Vorzügen der forcirten Athmung stehen, wie ich mich durch Experimente überzeugte, Bedenken gegenüber, welche die ersteren überwiegen und mich auch deshalb wieder auf den zuerst betretenen Weg zurückführten.

Mordhorst machte darauf aufmerksam, dass bei der forcirten Athmung die Quecksilbersäule nach dem Gesetze der Trägheit höher hinaufgeschleudert wird, als der Druck-, resp. Zugkraft der Ex- oder Inspiration entspricht, und zwar geschieht dies um so höher, je schneller geathmet wird. Es war mir unzweifelhaft, dass Mordhorst Recht hatte, und ich suchte nun durch Experimente[1]) einen Einblick zu gewinnen, wie hoch die Quecksilbersäule über das Niveau, welches der eigentlichen Luftverdichtung bei der Exspiration, resp. der Luftverdünnung bei der Inspiration entspricht, hinauspendelt. Ich erhielt nun das überraschende Resultat, dass die Höhe, um welche die Quecksilbersäule über dieses Niveau hinausgeschleudert wird, eine ziemlich beträchtliche ist, und dass, wenn man dieselbe von dem Kraftmass der forcirten Athmung in Abzug bringt, man ungefähr dasjenige Mass erhält, welches der langsamen tiefen Athmung entspricht.

Dieses Resultat, welches sich bei fortgesetzten Versuchen durchaus bestätigte, muss entschieden für die Methode der langsamen Athmung definitiv den Ausschlag geben. Sie ist exacter, weil die durch dieselbe gewonnenen Werthe in Wirklichkeit dem Maximum der Luftcompression resp. Luftverdünnung entsprechen, welches bei der Exspiration und Inspiration mit der Aufwendung aller vorhandenen Athemkräfte zu erreichen ist.

Indess wird die Berechtigung auch der forcirten Athmung als einer brauchbaren Methode, dies muss ich urgiren, dadurch keineswegs aufgehoben. Das Emporschnellen der Quecksilbersäule über das Niveau der langsamen Athmung hinaus ist nämlich gleichfalls ein Ergebniss der mit der In- und Exspiration verbundenen Kraftanstrengung, sie ist ein Ausdruck für die Schnelligkeit der Bewegung und repräsentirt gleichsam die Wurfkraft des Athmungsdruckes. Man ist immerhin berechtigt, dieselbe mit in Anschlag zu bringen, um so mehr als sie in den meisten Fällen ungefähr den sonst zur Wirkung kommenden Athemkräften proportional zu sein scheint, da die praktischen Resultate der Messungen nach beiden Methoden übereinstimmen.

---

1) Vergl. das nächste Kapitel.

Wir werden übrigens im folgenden Kapitel sehen, wie durch eine einfache Methode, nämlich durch Einschaltung eines Hahns oder Ventils einerseits die Bedenken, welche sich sowohl gegen die forcirte Athmung geltend machen, wie auch diejenigen, die bei der langsamen Athmung hervortreten, eliminirt, und andererseits die Vorzüge beider Verfahren mit einander vereinigt werden können. Man lässt dann forcirt athmen, erhält aber trotzdem die exakteren Resultate der langsamen Athmung.

Modificationen des Pneumatometers und der pneumatometrischen Methode.

Am Pneumatometer, wie ich es ursprünglich benutzte, sind später von anderen Seiten nur wenige Aenderungen vorgenommen worden. Ich will im folgenden über dieselben berichten.

Zunächst schaltete Eichhorst zwischen Manometer und Schlauch einen luftdichten Hahn ein. Derselbe sollte nicht nur das Ablesen am Manometer erleichtern, sondern ganz besonders Fehlern, die durch ungleiche Weite der Manometerröhre veranlasst werden könnten, vorbeugen. Wird nämlich der Hahn zur rechten Zeit, d. h. bei Erreichung des Maximums der Druckschwankung, geschlossen, so bleibt das Quecksilber auf dem erreichten Niveau unverrückt stehen, und man kann in Ruhe die Differenz derart ablesen, dass man die Höhe, um welche das Quecksilber in der Röhre gestiegen ist, hinzu addirt zu derjenigen, um welche es in der anderen gesunken. Ich glaube nicht, dass bei den käuflichen Pneumatometern so erhebliche Ungleichheiten im Lumen der Glasröhre vorkommen, dass sie eine derartige Vorsicht erforderlich machen. Dagegen bietet der Hahn einen anderen Vortheil, der in der That von sehr hohem Werth ist, nämlich den, dass er die Quecksilbersäule in einer Höhe zu fixiren gestattet, welche dem wirklichen Grade der Luftcompression resp. Luftverdünnung entspricht, abzüglich des Uebermasses, welches durch das Hinüberpendeln der Quecksilbersäule bewirkt wird. Ich komme sehr bald auf die von mir über diesen Gegenstand angestellten Versuche zurück.

Biedert benutzt eine Mundmaske. Dieselbe besteht aus einem ovalen querstehenden Blechtrichter von 6,5 Längen-, 3,5 Breiten-Durchmesser, welcher so vor den halbgeöffneten Mund ge-

presst wird, „dass die obere und untere Zahnreihe unbeweglich an den entsprechenden Rand des Instrumentes zu liegen kommen und die etwas vorgestreckten Lippen genau als luftdichte Ausfütterung zwischen beiden dienen". Biedert empfiehlt diese Mundmaske nur zur Messung der Exspirationskraft, während er zum Messen der Inspiration meine Mundnasenmaske vorzieht. Er meint durch dieselbe ein richtigeres Mass für die Exspiration zu erhalten als bei Benutzung anderer Endstücke, indem durch jene Maske die Mundhöhle in luftdichten Anschluss an das Pneumatometer gebracht wird, ohne dass der Orbicularis oris in Wirksamkeit gesetzt wird. Biedert erhält so auch viel höhere Werthe für die Exspiration, als die übrigen Beobachter und ich selbst sie gefunden.

Mir will scheinen, dass die von Biedert erhaltenen Zahlen den wirklichen Exspirationswerthen viel weniger entsprechen, als die mit der Mundnasenmaske gewonnenen, dass sie in der That viel zu hoch sind: Bei der Biedert'schen Mundmaske bleibt der Mund nur halb geöffnet und der Isthmus glosso-palatinus verengt. Durch das Andrücken der Maske gegen die Zahnreihen gewinnt ferner der Unter- und Oberkiefer einen festen Stützpunkt und die Mundhöhlenmuskulatur kann deshalb mit besonderer Energie arbeiten. Hierdurch kommt ein Ueberschuss an Kraftentfaltung zu stande, der aber nicht der Exspiration als solcher, sondern der Mundhöhle zugehört, und den die pneumatometrische Methode möglichst zu beseitigen suchen muss. Wendet man dagegen die gewöhnliche Mundnasenmaske an, so kann der zu untersuchende innerhalb derselben seinen Mund vollkommen weit öffnen, um den Isthmus frei zu machen und durch die weit offene Communikation der tieferen Luftwege mit dem Pneumatometer die Wirkung der Mundhöhlenmuskulatur möglichst zu paralysiren.

Elsberg wendet für gewöhnlich meine Maske, zuweilen aber ein Nasenstück an und zwar ein solches, welches in zwei Endstücke ausläuft, so dass das Pneumatometer gleichzeitig mit beiden Nasenlöchern in Verbindung steht. Ausserdem schaltet er unter Umständen, wie Eichhorst, einen Hahn ein.

Küss empfiehlt ein Nasenstück, bestehend aus einem durchbohrten konischen Kautschukpfropfen, durch welchen eine Glasröhre hindurchgeht, ähnlich der Mendelsohn'schen Vorrichtung (vgl. oben pag. 4). Dieses Nasenstück soll ohne Unbequemlichkeit für den zu untersuchenden sein.

Am wichtigsten ist die von Mordhorst empfohlene Modification der pneumatometrischen Methode. Wie bereits oben mitgetheilt, erkannte er, dass bei der forcirten Athmung die Quecksilbersäule durch ihr Beharrungsvermögen das Mass überschreite, welches der Luftverdichtung resp. Luftverdünnung entspricht. Um dieses Uebermass zu eliminiren, schaltete er zwischen die beiden Enden des in der Mitte durschnittenen Gummischlauchs ein Ventil ein:

„Eine ca. 3 Mm. im Durchschnitt messende Glasröhre wird in einen fest um dieselbe schliessenden Gummischlauch eingesteckt. Vor das eine Ende, an welchem die Glasröhre (a) und der Gummischlauch (b) gleich lang sein müssen, wird ein Stück möglichst dünnen, ca. 7 Ctm. breiten Gummi's an seine beiden Enden mittelst eines Fadens befestigt. Hierdurch wird ein Ventil gebildet, dass sich bei dem leisesten Ueberdruck in der Röhre öffnet, bei dem mindesten Unterdruck luftdicht schliesst. Es wird nun die auf diese Weise ausgerüstete Glasröhre (a) in eine längere und weitere Glasröhre geschoben. Ein Stück Gummischlauch dient zum luftdichten Anschluss an die mit dem Gummischlauch (b) überzogene Glasröhre a.

„Will man mittelst des Pneumatometers die Inspirationskraft messen, so wird der Apparat zwischen den durchschnittenen Gummischlauch eingeschaltet. Wird nun inspirirt, gleichgültig ob schnell oder langsam, so bleibt die Quecksilbersäule auf der Höhe stehen, die der angewandten Kraft entspricht. Glaubt man, man habe nicht die volle Kraft angewandt, so wiederhole man nach einer oder mehreren Minuten den Versuch. Steigt das Quecksilber noch höher, so war die Annahme berechtigt; bleibt es auf derselben Höhe stehen, so war schon das Maximum erreicht. Will man die Exspirationskraft messen, so wird der eingefügte Apparat umgedreht."

Ich unterzog die Angaben Mordhorst's einer eingehenden experimentellen Prüfung und muss auf Grund derselben sein Verfahren als ein durchaus correctes und werthvolles bezeichnen.

Das von ihm construirte Ventil kann ich freilich nicht empfehlen. So viele Ventile dieser Art ich mir auch anfertigen liess, immer reichten sie kaum länger als für eine einzige Versuchsreihe aus: gewöhnlich gab das Ventil sehr bald nach und wurde unbrauchbar. Dies geschah, wenn die Gummiplatte so dünn war, wie ich es, um ein exaktes Resultat zu erhalten, für nöthig hielt. War das als Ventil dienende Gummistück dagegen zu dick, so sprach es nicht genügend leicht an, und es wurde durch dasselbe ein Kraftverlust verursacht, welcher die gefundenen pneumatometrischen Werthe mehr oder weniger erheblich beeinträchtigte.

Ich liess mir deshalb ein Kugelventil anfertigen, und zwar ein solches, welches leicht anspricht. Aber auch dieses zeigte dieselben Uebelstände wie das Mordhorst'sche Ventil. Mehrere Mo-

nate experimentirte ich mit immer neuen Ventilen; aber leider konnte ich bis jetzt keines solchen habhaft werden, welches allen Anforderungen gerecht wurde. Entweder es sprach nicht leicht genug an, dann war es wegen des Kraftverbrauchs, den es verursachte, unbrauchbar, oder wenn es gut ansprach, schloss es entweder nicht vollkommen, oder wurde doch in sehr kurzer Zeit schlussunfähig. Ich bin deshalb noch zu keinem für die Praxis brauchbaren Resultate gelangt. Theoretisch dagegen hat sich das Princip durchaus bewährt, so dass, wenn es dennoch gelingen sollte, ein leicht ansprechendes und dabei doch dauerhaftes Ventil herzustellen — woran ich kaum zweifle —, diese Vorrichtung vor allen anderen den Vorzug verdienen würde.

Die Schwierigkeit, welche die Beschaffung eines guten Ventils darbietet, liess mich zugleich an einen Ersatz desselben denken. Ich suchte festzustellen, ob nicht durch die Einschaltung eines Hahns der gleiche Vortheil sich erzielen lasse, wie durch ein Ventil, da die Benutzung eines Hahns entschieden bequemer, auch der Hahn leicht zu beschaffen und viel haltbarer und wohlfeiler ist als ein gut gearbeitetes Ventil.

Die Anwendung des Hahns hat den einen Uebelstand, dass es bei der forcirten Athmung schwer gelingt, denselben schnell genug gerade dann zu schliessen, wenn die Quecksilbersäule auf ihrer Höhe angelangt ist. Viel leichter gelingt es bei der langsamen Respiration, wo das Quecksilber mehrere Secunden auf seiner Höhe erhalten wird. Indess bei einiger Uebung lernt man die Schwierigkeiten auch bei der forcirten Athmung überwinden.

Was ganz besonders zu Gunsten des Ventils spricht, ist der Umstand, dass man mittelst desselben im Stande ist, das Maximum der Athmungskraft unverrückbar festzustellen. Hat man nämlich beim ersten pneumatometrischen Versuch bereits das wirkliche Maximum erreicht, so kann man unmittelbar nachher, so oft man will, alle seine Kraft aufbieten, um am Pneumatometer zu inspiriren oder zu exspiriren: man treibt das Quecksilber nicht weiter über den einmal von ihm eingenommenen und festgehaltenen Stand hinaus. War das Maximum dagegen noch nicht erreicht, so wird es bei den nachfolgenden Versuchen um so viel nachrücken, bis das Maximum der Kraft erzielt ist, und dann ist dasselbe nicht mehr zu überschreiten. Hierdurch gewinnt die Pneumatometrie den höchsten Grad der Exaktität.

Das Resultat meiner zahlreichen Versuche mit Benutzung von Ventilen einerseits, mit Einschaltung eines Hahns andererseits und Vergleichung derselben mit der gewöhnlichen pneumatometrischen Methode lässt sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Bei Einschaltung eines Ventils erhält man das gleiche Ergebniss, ob forcirt oder auch weniger forcirt, wenn nur genügend tief und nicht allzu langsam geathmet wird.
2. Bei Benutzung eines Hahns erhält man dieselben Zahlen wie mit dem Ventil, vorausgesetzt dass man bereits eine gewisse Uebung gewonnen hat, den Hahn rechtzeitig schnell zu schliessen.
3. Die sowohl mit dem Ventil wie mit dem Hahn gewonnenen Zahlen stimmen entweder vollkommen oder doch nahezu überein mit denjenigen, welche man bei der gewöhnlichen pneumatometrischen Messung bei langsamer, aber sehr tiefer Athmung erhält.
4. Hieraus folgt, dass die bei der langsamen Athmung gewonnenen Zahlen dem bei der Athmung aufgewendeten Kraftmass viel vollkommner entsprechen als die bei der forcirten Athmung erhaltenen, und dass die grösseren Werthe bei der letzteren durch das Hinüberpendeln der Quecksilbersäule über die Gleichgewichtslage bewirkt werden.
5. Für die Praxis geht aus dem vorhergehenden hervor, dass wir im allgemeinen mit der gewöhnlichen pneumatometrischen Methode bei langsamer tiefer Athmung zwar ausreichen, dass wir aber durch Einschaltung eines Ventils oder Hahns eine viel grössere Exaktität zu erzielen vermögen.
6. Besonders wichtig ist der Umstand, dass wir durch Benutzung eines Hahns oder Ventils alle Ungenauigkeiten auszuschalten vermögen, welche bisher der Pneumatometrie noch anhafteten. Wenden wir nämlich die nicht forcirte Athmung an, so sehen wir, dass wir ein verschiedenes Resultat erhalten, je nachdem das Individuum mehr oder weniger langsam athmet, und dass, wenn dasselbe zu langsam athmet, es das Maximum seines wirklichen Kraftwerthes gar nicht erreicht. Dieses unbestimmte, wie langsam oder wie schnell geathmet werden soll, war es ja vornehmlich, was mich früher bewogen hat, die langsame

Athmung, obgleich ich sie theoretisch für besser hielt, aufzugeben und an ihrer Stelle die ein bestimmtes Resultat liefernde forcirte Athmung vorzuziehen. Durch Einschaltung eines Hahns oder Ventils sind wir aus diesem Dilemma befreit: wir lassen forcirt athmen und erhalten dennoch die Ergebnisse der langsamen Athmung. Wir sind hier sicher, dass die Versuchsperson alle ihr zu Gebote stehende Kraft wirklich aufgewendet hat, und dennoch erhalten wir nicht die zu hohen Zahlen, welche durch das Hinüberpendeln der Quecksilbersäule bewirkt werden.

Ich kann demnach diese Methode als die exacteste empfehlen und wende sie in neuester Zeit viel an. Meistens verfahre ich so, dass ich 1. bei offenem Hahn nach der ursprünglichen Methode zuerst forcirt, sodann langsamer in- und exspiriren lasse und so zunächst die gewöhnlichen Werthe feststelle. Sodann messe ich 2. bei forcirter In- und Exspiration und schliesse den Hahn, wenn die Quecksilbersäule ihren Höhepunkt erreicht hat. In den folgenden Blättern werden zahlreiche hierher gehörige Beispiele mitgetheilt werden.

Was die Frage betrifft, ob ein Ventil oder ein Hahn vorzuziehen ist, so muss ich mich in der Theorie zwar zu Gunsten des Ventils, in praxi jedoch vorläufig, so lange bis ein leicht anzusprechendes und dabei doch dauerhaftes Ventil hergestellt sein wird, für die Benutzung eines Hahns aussprechen. Die Einschaltung eines Hahns macht überdies das Pneumatometer weder complicirter noch wesentlich theurer.

Die Benutzung des Ventils hat ausser den hervorgehobenen wesentlichen Schwierigkeiten, die, wenn sie nicht gehoben werden, seine allgemeine Anwendung überhaupt verbieten, noch folgende Unbequemlichkeit. Das Ventil muss nämlich für die Exspiration in umgekehrter Richtung in den Schlauch des Manometers eingeschaltet sein, wie für die Inspiration. Will man also nach beendeter Messung der Inspirationskraft die Exspirationskraft bestimmen, so muss man das Ventil aus den beiden Schlauchenden herausnehmen und in umgekehrter Richtung von neuem einfügen. Diese Manipulation ist nicht nur etwas umständlich, es macht sogar Schwierigkeit, beim Einstecken des Ventils eine Compression der Luft im Schlauch und Manometer zu vermeiden; auch die Schlauchenden weiten sich bald aus und müssen erneuert werden. Um alle diese Unbequemlichkeiten zu vermeiden, liess ich zwei Endstücke mit Schraubengewinden aus Hartgummi anfertigen: das eine wird in das Schlauchende, welches zum Pneumatometer führt, hineingesteckt, das an-

dere in das Ende eines zweiten Schlauchs, welcher mit der Gesichtsmaske in Verbindung steht. Das Ventil befindet sich in einer besonderen Röhre von Hartgummi, welche an beiden Enden eine Schraubenmutter besitzt, die in das Gewinde der Endstücke hineinpasst. Die Manipulation wird auf diese Weise sehr erleichtert: man hat einfach nach jeder Inspirations- resp. Exspirationsmessung das Ventilstück loszuschrauben und in entgegengesetzter Richtung wieder einzuschrauben.

Eine weitere Modification der pneumatometrischen Methode verdanken wir Krause. Derselbe stellte seine Versuche auf Leyden's Anregung in dessen Klinik an. Die Abweichung seiner Methode von der gewöhnlichen besteht darin, dass er an der Maske neben der Oeffnung, welche zum Manometer führt, noch eine zweite Oeffnung, in welche eine offene Röhre eingefügt wird, freilässt, resp. dass er mit der Maske eine zweischenklige Glasröhre, deren einer Schenkel offen, der andere mit dem Manometer communicirt, in Verbindung bringt. Wird nun durch die Maske inspirirt, so ist die Versuchsperson im Stande, ihre Lunge wirklich mit Luft zu füllen, während das Manometer den negativen Seitendruck der eingeathmeten Luft anzeigt. Wird exspirirt, so entweicht die ausgeathmete Luft aus der freien Glasröhre, und das Manometer zeigt den positiven Druck der ausgeathmeten Luft in maximo an.

Krause's Methode unterscheidet sich von der meinigen in der Hauptsache dadurch, dass dieselbe das Maximum der Inspirations-, resp. Exspirationskraft, welche in Wirklichkeit bei der tiefsten Athmung aufgewendet wird, meine Methode das Maximum, dessen der Körper aufzuwenden überhaupt fähig ist, anzeigt. Entschieden haben beide Methoden ihre gleiche Berechtigung.

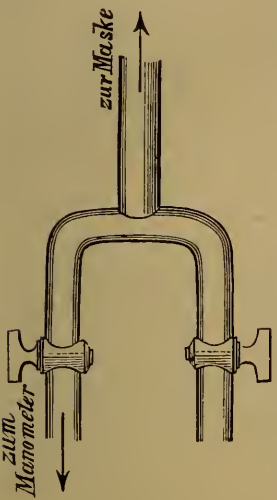
Einigermassen überraschend ist es, dass die nach der Krause-schen Methode gewonnenen Zahlen zuweilen nicht besonders erheblich hinter den meinigen zurückbleiben, vielfach sie sogar erreichen. Dies stimmt auch mit der von mir schon seit lange gefundenen Thatsache überein, dass wenn man am Pneumatometer durch ein Nasenloch inspirirt, der Inspirationszug ziemlich gleich ist, ob das andere Nasenloch geschlossen ist oder nicht. Dagegen constatirte ich bei der Exspiration sehr erhebliche Verminderung des Werthes, sobald das zweite Nasenloch offen blieb. Hier ist also ein Widerspruch, der durch weitere Experimente aufzuklären ist. Nicht unwichtig ist hierbei sicherlich der Umstand, dass die forcirte, nicht die langsame Athmung zur Vergleichung benutzt wurde.

Uebrigens stimmen die Ergebnisse der Krause'schen Unter-

suchungen im grossen und ganzen mit den meinigen überein. Nur fand er meistens zu grosse Exspirationswerthe, weil er anstatt meiner Maske die Mundmaske von Biedert benutzt hat.

Es wäre von grossem Interesse, um beide Methoden exakt mit einander zu vergleichen, auch zwischen die nach Krause construirte Maske und das Manometer ein Ventil oder einen Hahn einzuschalten. Es wird sich dann am sichersten zeigen, um wie viel die Ergebnisse beider Methoden von einander abweichen.

Fig. 1a.



Um die bisherige Methode der Pneumatometrie mit der Krause'schen in exakter Weise vergleichen zu können, empfehle ich, eine Röhre, die sich gabelförmig in zwei Röhren theilt, von denen jede einen Hahn besitzt, zu benutzen. Das einarmige Endstück wird durch einen Schlauch mit der Maske, eine der beiden Gabeln mit dem Schlauch, der zum Manometer führt, verbunden. Bleibt der Hahn der zweiten Gabelröhre geschlossen, so hat man das gewöhnliche Pneumatometer, das man nach einfacher Methode ohne den dazwischen liegenden Hahn, oder besser auch mit demselben benutzen kann. Oeffnet man dagegen den Hahn der zweiten Gabelröhre, so entsteht eine offene Communication mit der atmosphärischen Luft nach der Krause'schen Methode, wobei man auch wieder gleichzeitig den Vortheil hat, auch den anderen Hahn zur Erzielung eines exakten Resultats benutzen zu können.

Ich schliesse hier eine Methode der Pneumatometrie an, welche ich gleich nach Herstellung meines pneumatischen Apparats mit Hilfe desselben ausübte, und die ich bereits 1875 beschrieben habe [1]). Diese Methode verbindet gewissermassen die Vorzüge der Krause-schen und der Mordhorst'schen Vorrichtung. Nur ist sie etwas umständlich und zeitraubend, erfordert zu ihrer Ausführung eines pneumatischen Apparats und ist auch nur in den beschränkten Grenzen desselben ausführbar — Momente genug, welche mir verbieten, sie für gewöhnlich zu empfehlen.

Man lasse den Apparat ohne Anwendung von Gewichten in seiner Ruhestellung, so dass der untere Rand des inneren Cylinders den Boden des äusseren berührt, sorge aber dafür, dass ein gewisses Quantum Luft — mehrere tausend Cubikcentimeter — in

1) Vergl. die erste Auflage dieses Werkes. 1875. p. 144.

dem inneren Cylinder über dem Wasserspiegel vorhanden sei [1]). Lässt man nunmehr aus dem Apparat möglichst tief und mit aller Kraft, wenn auch beliebig langsam, athmen, so verdünnt die Versuchsperson die Luft in dem Behälter, indem sie einen Theil derselben wirklich inspirirt. Lässt man nun immer weiter, während selbstverständlich in den Intervallen zwischen den einzelnen Athmungen, die man auf beliebig lange Zeit ausdehnen kann, der Hahn geschlossen ist, von neuem inspiriren, so verdünnt sich die Luft im Cylinder immer mehr, bis man endlich an einem Punkt anlangt, wo die Person nicht mehr im Stande ist, noch weiter Luft aus dem Cylinder durch die Inspiration herauszuziehen, resp. dieselbe noch weiter zu verdünnen. Am Manometer des pneumatischen Apparats erkennt man leicht, wann dieser Zeitpunkt eingetreten, und an ihm liest man den Werth der Inspirationskraft ab [2]). Dieser Werth ist ungefähr derselbe, welchen man am gewöhnlichen Pneumatometer durch langsame tiefe Inspiration erreicht.

Eine andere noch viel umständlichere Methode, am pneumatischen Apparat die Inspirationskraft zu messen, besteht darin, dass man die Luft im Cylinder durch angehängte Gewichte verdünnt und die verdünnte Luft inspiriren lässt. Allmälig hängt man mehr und mehr Gewichte an, bis die Versuchsperson nicht mehr im Stande ist, aus der verdünnten Luft, sie durch die Inspiration noch weiter verdünnend, zu athmen. Auch hier zeigt das Manometer, resp. das angehängte Gewicht, die Inspirationskraft an.

Für die Exspiration hat man die Anordnung des pneumatischen Apparats so zu wählen, dass man den inneren Cylinder durch aufgelegte Gewichte allmälig mehr und mehr belastet. Lässt man nun in den Apparat hinein exspiriren, so sammelt sich die comprimirte Exspirationsluft in dem inneren Cylinder an, indem sie das Wasser herabdrückt und gleichzeitig den Cylinder hebt. Steigert man nun die Compression der Luft durch neu aufgelegte Gewichte mehr und mehr, so gelangt man endlich zu einer

1) Bei meinen pneumatischen Apparaten älterer Construktion ist dies stets ohnehin der Fall. Bei denen neuerer Construktion muss entsprechend vorher Wasser aus dem äusseren Cylinder zu diesem Behufe abgelassen werden.

2) Wollte man diese pneumatometrische Methode regelmässig in praxi ausüben, so wäre es nöthig, die Scala des Manometers am pneumatischen Apparat zu verlängern. Für relativ niedere pneumatometrische Werthe reicht sie aus.

Grenze der Compression, bei welcher es der Versuchsperson unmöglich ist, durch seine Exspirationskraft die Compression noch weiter zu steigern, d. h. neue Luft in den Cylinder hineinzublasen und dadurch denselben zu heben. Auch hier zeigt das Manometer des Apparats den Zeitpunkt der Beendigung des Versuchs und den vorhandenen Exspirationsdruck an.

Die Anwendung dieser Methoden ist dadurch beschränkt, dass der pneumatische Apparat nur eine Luftverdünnung und Luftcompression bis zu einer gewissen, später näher zu erörternden Grenze gestattet — eine Grenze, welche zwar noch innerhalb der von schwächlichen und selbst mittelkräftigen Personen möglichen Kraftentfaltung gelegen, aber doch von besonders kräftigen Personen überschritten wird. Ueberdies ist die Methode nicht nur für den Arzt zeitraubend, sondern auch durch ihre lange Dauer für die zu untersuchende Person anstrengend, und für kranke Personen kann sie unter Umständen, weil die Wirkung der Einathmung verdünnter Luft, resp. die Ausathmung in comprimirte Luft, für einige Zeit zur Geltung kommt, selbst gefährlich werden. Deshalb wird diese Untersuchungsmethode immer nur für gewisse Fälle geübt werden können.

Aehnlich ist die Methode, welche Geigel und Mayr empfehlen. Dieselben wenden ihr Schöpfradgebläse, welches sie als pneumatischen Apparat benutzen, gleichzeitig als Pneumatometer an. Indess suchen sie nicht den äussersten Grad der Luftverdünnung resp. Luftcompression, welchen die Inspiration resp. Exspiration durch viele auf einander folgende Athemzüge zu bewirken vermag, zu messen, sondern sie begnügen sich damit zu bestimmen, um wie viel die Versuchsperson durch eine einzige Inspiration, resp. Exspiration ein bestimmtes, in dem Apparat eingeschlossenes Luftquantum zu verdünnen, resp. zu comprimiren vermag. Der Werth wird am Wassermanometer, welches selbstverständlich 14 mal so grosse Werthe wie das Quecksilbermanometer giebt, abgelesen.

Auch diese Methode lässt sich sehr bequem an meinem pneumatischen Apparat ausüben[1]). Bei der Inspiration kommt dieselbe

1) Uebrigens würde ein beliebiges, mehrere Liter Luft fassendes Gefäss, welches zwischen Manometer und mit Ventil oder Hahn verschene Gesichtsmaske eingeschaltet würde, die gleichen Dienste leisten und für alle diejenigen Methoden, zu welchen ein pneumatischer Apparat benutzt wird, sich eignen.

Aufstellung in Betracht, die oben (p. 29) beschrieben. Nur lasse man nur eine einzige tiefe Inspiration machen und lese am Quecksilber- oder Wassermanometer meines Apparats die dadurch bewirkte Niveaudifferenz ab. Bei der Exspiration lasse man erst den inneren Cylinder durch angehängte Gewichte so weit in die Höhe steigen, bis er nicht weiter hinauf kann. Sodann lasse man nach vorhergegangener tiefer Inspiration eine tiefe Exspiration in den Apparat hinein ausführen und lese wieder am Manometer den Compressionsgrad ab.

Durch diese letztere Methode von Geigel und Mayr lassen sich die absoluten pneumatometrischen Druck- und Zugkräfte nicht bestimmen. Wir erhalten nur relative Werthe und zwar solche, welche aus der combinirten Wirkung der Athmungskräfte einerseits und der Vitalcapacität der Lungen andererseits resultiren. Wir haben hier gleichsam eine Verbindung von Pneumatometrie und Spirometrie, als welche sie auch von Geigel und Mayr angesehen werden.

Die pneumatometrischen Ergebnisse bei Gesunden.

Hält man die Maske vor Mund und Nase und athmet ruhig und oberflächlich in der gewöhnlichen Weise, so ergiebt das Manometer sowohl bei der In- wie bei der Exspiration nur den sehr geringen Ausschlag von 1—2 Mm. Dasselbe Resultat erhält man, wenn man das Nasenstück des Pneumatometers in ein Nasenloch einführt und in gewohnter Weise durch die Nase athmet. Es ist hierbei, wenigstens für die Inspiration, gleichgültig, ob das zweite Nasenloch mit dem Finger geschlossen wird oder nicht. Die Untersuchung stellte ich an mir selbst und anderen gesunden Personen an. Das Ergebniss stimmt nahezu mit dem von Valentin und Donders gefundenen überein.

Der Kraftaufwand für die gewöhnliche ruhige Athmung und die demgemäss geleistete Zug- und Druckwirkung der oberflächlichen In- und Exspiration ist demnach ausserordentlich geringfügig.

Die Kraftentfaltung wird meist sofort gesteigert, sowie die zu untersuchende Person ihre Aufmerksamkeit auf den Athmungsact richtet. Ohne dass dieselbe es intendirt, setzt sie unwillkürlich etwas tiefere Athemzüge an Stelle der gewöhnlichen oberfläch-

lichen, und das Manometer giebt dem entsprechend weit grössere Ausschläge. Es steigt dann das Quecksilber bei der Inspiration leicht bis zu — 10 und selbst — 20 Mm.; bei der Exspiration gewöhnlich weniger hoch, etwa bis zu 10 bis 15 Mm. Hierbei hat der zu untersuchende immer noch die Empfindung, ruhig und ohne jede besondere Kraftanstrengung zu athmen. Auch wenn ich an mir selbst den Versuch machte und ohne jede Anstrengung, nur tiefer als gewöhnlich, am Manometer inspirirte — sei es durch die Maske, sei es durch ein Nasenloch — stieg das Manometer, je nach der Tiefe des Athemzuges, auf — 10, — 15 und — 20 Mm., während es bei ruhiger Exspiration nach vorhergegangener nicht ganz flacher Inspiration — wobei die Exspirationsmuskeln nur unbedeutend in Wirksamkeit traten — auf 5 bis 10 Mm. anstieg.

Ganz anders gestaltet sich das Resultat, sobald der zu untersuchende tiefe Athemzüge mit seinem Willen direct intendirt und seine accessorischen Hülfsmuskeln für die In- und Exspiration in Bewegung setzt. Geschieht die tiefe Inspiration vollkommen ruhig, nicht forcirt, ohne jede Anstrengung, so steigt das Quecksilber langsam bis zu einem negativen Drucke von 30, 40, 50, 60 Mm. und selbst noch höher an, indem der betreffende die Empfindung hat, diese Werthe mit voller Bequemlichkeit erreicht und keine besonders hohe Kraft dabei entfaltet zu haben. Die gleichen positiven Druckwerthe und meist noch höhere werden bei der ruhigen, aber kräftigen Exspiration nach vorhergegangener tiefer Inspiration erzielt. Die Resultate sind nahezu dieselben, ob man die Maske, oder das Mund- und Nasenstück anwendet.

Bei weitem höhere Werthe — und diese sind es, welche für die Pneumatometrie hauptsächlich in Betracht kommen — erhält man, wenn man bei dem Versuch die volle Kraft für die In- und Exspiration aufwenden lässt, deren die betreffende Person überhaupt fähig ist.

Die beiden Methoden der Athmung ergeben, wie bereits hervorgehoben, sehr verschiedene Resultate, die forcirt schnelle Athmung viel höhere Werthe als die langsame. Es muss deshalb immer angegeben werden, nach welcher Methode die pneumatometrische Messung stattgehabt hat, um einen richtigen Massstab der Beurtheilung zu gewinnen. Wenn beispielsweise jemand bei der Inspiration auf das Quecksilber einen Zug von 70 Mm. ausübt und diesen Zug während 2—3 Secunden auf derselben Höhe hält,

so ist dies ungefähr gleichwerthig der Leistung eines anderen, der das Quecksilber schnell auf 100—120 Mm. hebt, aber kaum 1 Secunde diese Höhe zu erhalten vermag.

Von den zahlreichen Versuchen, die ich anstellte, um die normalen Werthe gesunder Personen kennen zu lernen, will ich nur zwei in extenso hier anführen und mich dann damit begnügen, die Endergebnisse zu verzeichnen.

I. Versuch an mir selbst. Vitale Lungencapacität 3000 Ccm.

A. Athmung durch ein Mundstück.

1. Inspiration.

a) Schnelle forcirte Inspiration. Das Quecksilber steigt schnell auf die Höhe von — 70 Mm. über Null, der Inspirationszug beträgt demnach in maximo 140 Mm. Die Quecksilbersäule sinkt jedoch sofort wieder auf einen sehr niedrigen Grad herab.

b) Langsamere, aber möglichst tiefe Inspiration. Der negative Druck steigt langsam auf 100 Mm., fällt dann auf 80 Mm. und pendelt während 2 Secunden zwischen 40—80 Mm. und 50—70 Mm. Die mittlere Zahl beträgt demnach 60 Mm., um welche Höhe herum sich das Quecksilber auch am längsten erhält.

2. Exspiration, nach vorhergegangener tiefer, aber nicht angestrengter Inspiration.

a) Schnelle forcirte Exspiration. Der für einen Moment erreichte Maximaldruck beträgt 150 Mm.

b) Langsam ansteigende kräftige Exspiration. Es wird die Höhe von 100 Mm. erreicht, sodann fällt die Quecksilbersäule und wird während 4 Secunden zwischen 60—80 Mm., und zwar während der Hälfte der Zeit wenige Millimeter über und unter 70 Mm. pendelnd erhalten.

Die Werthe sowohl bei der In- als bei der Exspiration sind gleich, ob die Nase zugehalten wird oder nicht.

B. Athmung durch ein Nasenstück.

1. Inspiration.

a) Schnelle forcirte Inspiration. Es wird für einen Moment ein negativer Maximaldruck von 140 Mm. erreicht. Sofort Absinken des Quecksilbers.

b) Langsame, sehr tiefe Inspiration. Nach Erreichen einer Höhe von 100 Mm. Absinken und Pendeln des Quecksilbers während 3 Secunden zwischen 40—80 Mm. Mittel 60 Mm.

Die Werthe sind gleich, ob das zweite Nasenloch offen gelassen oder mit den Fingern geschlossen wird.

2. Exspiration, nach vorhergegangener tiefer, aber nicht angestrengter Inspiration.

a) Schnelle forcirte Exspiration. Maximum, für einen Moment erreicht, 170 Mm.

b) Langsame starke Exspiration. Das Quecksilber steigt auf 100 Mm., pendelt dann 2 Secunden zwischen 100 und 70 Mm. und hält sich sodann noch während zweier Secunden auf 70 Mm.

Das zweite Nasenloch wurde während des Versuchs mit den Fingern geschlossen. Wurde es bei anderen Versuchen offen gelassen, so erhielt ich ausserordentlich viel kleinere und aus dem Grunde unbrauchbare Zahlen, weil der Luft aus dem zweiten offenen Nasenloche der Austritt frei stand. Maximum der Exspirationskraft bei offenem Nasenloch betrug nur 110 Mm.

C. Athmung durch die Gesichtsmaske.

1. Inspiration.
   a) Forcirte schnelle Inspiration. Maximum, für einen Moment erreicht, — 130 Mm. Schnelles Absinken.
   b) Langsamere tiefe Inspiration. Ansteigen des negativen Drucks auf ca. 100 Mm., sodann zitternde Pendelbewegung des Quecksilbers zwischen 50—70 Mm. während $1^1/_2$ Secunde. Mittel — 60 Mm.
2. Exspiration, nach vorhergegangener tiefer, aber nicht angestrengter Inspiration.
   a) Schnelle forcirte Exspiration. Maximaldruck für einen Moment erreicht 140 Mm. Schnelles Absinken.
   b) Langsamere starke Exspiration. Schwanken der Quecksilbersäule während $1^1/_2$ Secunden zwischen 60—80 Mm. Mittel 70 Mm.

II. Versuch an einem ausserordentlich kräftigen, musculösen, 5 Fuss 6 Zoll (= 174 Ccm.) grossen, gesunden Mann. Vitale Lungencapacität 5000 Ccm.

A. Athmung durch ein Mundstück.

1. Inspiration.
   a) Schnelle forcirte Inspiration. Maximum des negativen Drucks 150 Mm. Baldiges Absinken.
   b) Langsame tiefe Inspiration. Das Quecksilber wird während 3 Secunden zwischen — 80 bis 100 Mm. und zwar grösstentheils in der Mitte, also auf — 90 Mm. erhalten.
2. Exspiration, nach vorhergegangener tiefer, aber nicht angestrengter Inspiration.
   a) Schnelle forcirte Exspiration. Maximum 220 Mm.
   b) Langsamere starke Exspiration. Schwanken des Quecksilbers während 4 Secunden zwischen 130—150 Mm. Mittel 140 Mm.

Die Werthe sind gleich, ob die Nase während des Versuchs mit den Fingern verschlossen wird oder nicht.

B. Athmung durch ein Nasenstück.

1. Inspiration.
   a) Schnelle forcirte Inspiration. Maximum — 140 Mm.
   b) Langsamere tiefe Inspiration. Das Quecksilber wird während 3 Secunden zwischen — 80 bis 100 Mm. pendelnd erhalten. Mittel — 90 Mm.

Die Resultate sind gleich, ob das zweite Nasenloch mit dem Finger verschlossen wird oder nicht.

2. Exspiration, nach vorhergegangener tiefer, aber nicht angestrengter Inspiration.
   a) Schnelle forcirte Exspiration. Maximum 200 Mm.
   b) Langsamere starke Exspiration. Das Quecksilber wird zwischen 110—130 Mm., und zwar grösstentheils auf 120 Mm., während 3 Secunden gehalten.

Das zweite Nasenloch wurde während des Versuchs mit dem Finger verschlossen. Wurde es offen erhalten, so wurden als Maximum nur 80 Mm. erzielt.

C. Athmung durch die Gesichtsmaske.

1. Inspiration.
   a) Schnelle forcirte Inspiration. Maximum des negativen Drucks, für einen Moment erreicht, 160 Mm.
   b) Langsamere tiefe Inspiration. Negativer Druck wird während 2 Secunden um 100 Mm. herum, ein wenig nach oben und unten schwankend, erhalten.
2. Exspiration, nach vorhergegangener tiefer Inspiration.
   a) Schnelle forcirte Exspiration. Maximum 220 Mm.
   b) Langsamere starke Exspiration. Das Quecksilber wird 2 Secunden um 120 Mm., nur wenige Millimeter nach auf- und abwärts pendelnd, erhalten.

Aus diesen Versuchen ergeben sich zunächst einige Schlüsse, die für die Technik der pneumatometrischen Untersuchung von Werth sind, und die ich hier nicht noch einmal wiederhole, weil sie bereits in einem früheren Kapitel des näheren ausgeführt sind. Man ersieht namentlich, dass im wesentlichen die Ergebnisse die gleichen sind, ob man durch ein Nasenstück, ein Mundstück oder eine Gesichtsmaske athmen lässt. Die kleinen Differenzen sind für das Endresultat ohne Bedeutung und erklären sich aus den bereits früher näher angeführten Momenten.

Hinzufügen möchte ich noch einige Versuche, welche den Einfluss zeigen, den eine der Exspiration vorhergehende tiefe oder flache Inspiration auf den Exspirationsdruck äussert.

Fall I. a) Exspirationsdruck bei forcirter schneller Exspiration durch ein Mundstück, nach vorhergegangener tiefer Inspiration, in maximo 190 Mm.
Derselbe, nach vorhergegangener gewöhnlicher ruhiger Inspiration nur 170 Mm.
   b) Exspirationsdruck bei langsamer starker Exspiration durch ein Mundstück, nach vorhergegangener tiefer Inspiration, 160 Mm.
Derselbe nach ruhiger Inspiration nur 130 Mm.

Fall II. a) Exspirationsdruck bei forcirter schneller Exspiration durch die Nase, nach vorhergegangener tiefer Inspiration, 150 Mm.
Derselbe nach ruhiger flacher Inspiration 100 Mm.
b) Exspirationsdruck bei langsamer starker Exspiration durch die Nase, nach vorhergegangener tiefer Inspiration, 90—100 Mm.
Derselbe, nach flacher Inspiration, 80—90 Mm.

In beiden Fällen dagegen ergiebt sich für den Inspirationszug ein gleiches Resultat, ob der Inspiration eine tiefe oder eine gewöhnliche Exspiration vorhergegangen ist, nämlich im Fall I. in maximo 150 Mm., mehrere Secunden erhalten auf 90 Mm.; in Fall II. in maximo 80 M., erhalten auf 70 Mm.

Es ergiebt sich demnach, dass die volle Kraft der Exspiration nur erreicht wird, wenn der letzteren eine tiefe Inspiration vorangeht; dass es dagegen für die Kraft der Inspiration ohne Belang ist, ob dieselbe auf eine gewöhnliche oder tiefe Exspiration folgt. Hieraus ist die Regel abzuleiten, dass bei der pneumatometrischen Untersuchung der Exspirationsdruck stets nach vorhergegangener tiefer Inspiration, der Inspirationszug dagegen nach gewöhnlicher Exspiration zu messen ist.

Wir kommen nunmehr zu den wichtigsten Resultaten der Beobachtung, nämlich zur Betrachtung der gewonnenen Druckwerthe.

Hier ist als das für die Praxis bedeutsamste Factum hervorzuheben, dass der Exspirationsdruck grösser ist als der Inspirationszug.

Ich befinde mich hiermit in Uebereinstimmung mit allen den Physiologen, welche den Manometerdruck an Gesunden prüften, mit Valentin, Mendelsohn, Hutchinson und Donders, so wie mit allen denjenigen, welche nach mir pneumatometrische Versuche anstellten.

Indess bleibt noch eine schwierige Frage zu lösen, nämlich eine wie grosse Differenz zwischen Exspirationsdruck und Inspirationszug als eine normale zu bezeichnen ist?

Mendelsohn giebt die Differenz auf ca. 26 Mm. an; indess ist die Zahl seiner Beobachtuugen viel zu gering, um diese Frage zu entscheiden. Hutschinson, der an zahlreichen Personen die Prüfung unternahm, berechnet den Exspirationsdruck ungefähr um $^1/_3$ grösser als den Inspirationszug.

Nach meinen eigenen Beobachtungen schwankt die Differenz in so erheblichen Grenzen, dass man eine feste Norm aufzustellen

nicht im Stande ist. Am wenigstens kann man, gleich Mendelsohn, eine bestimmte absolute Zahl angeben, welche als eine nahezu regelmässige Differenz zu gelten habe. Zuweilen übertrifft der Exspirationsdruck den Inspirationszug nur um 5—10 Mm., in anderen Fällen steigt die Ziffer selbst auf 40—60 Mm. an. Am häufigsten beträgt die Differenz etwa 20—30 Mm.

Auch eine relative Vergleichung der Exspiration und Inspiration lässt sich streng genommen nicht durchführen. Für die meisten Fälle möchte ich zwar den Beobachtungen Hutchinson's beistimmen, dass der Exspirationsdruck den Inspirationszug ungefähr um $^1/_3$ des letzteren überragt, dass also beispielsweise einem Inspirationszuge von 90 Mm. ein Exspirationsdruck von 120 Mm. entspricht; aber auch hier kommen sehr erhebliche relative Schwankungen vor. In einem Falle kann die relative Differenz zwischen In- und Exspiration auf $^1/_{10}$ und selbst bis $^1/_{15}$ herabsinken, in einem anderen Falle hingegen bis zu $^1/_2$ sich steigern. (Vergl. die obigen Versuchsreihen.)

In einer kleinen Reihe von Fällen fand ich nun ausserdem bei anscheinend ganz gesunden Personen, denen auch bei starken Bewegungen der Athem nicht knapp wurde, dass der Exspirationsdruck den Inspirationszug überhaupt nicht überragte, sondern dass beide ziemlich gleiche Werthe ergaben. In solchen Fällen fand ich mich nicht berechtigt, eine Abnormität mit Sicherheit anzunehmen, wenn es mir auch zweifelhaft schien, ob nicht doch eine solche — wenn sie auch auf andere Weise noch nicht zu constatiren war — vorlag. Nach derartigen Erfahrungen gelangte ich zu der Praxis, nur diejenigen Fälle mit Sicherheit als abnorm zu bezeichnen, in welchen der Exspirationsdruck geringer war als der Inspirationszug.

Von nicht geringerer Bedeutung als das Verhältniss zwischen In- und Exspiration sind die für beide gewonnenen absoluten Druckwerthe. Auch diese schwanken innerhalb weiter Grenzen.

Erwachsene gesunde Männer, die nicht besonders kräftig sind, erzielen bei der forcirten Inspiration im Mittel einen negativen Maximaldruck von 80—100 Mm., bei der forcirten Exspiration einen positiven Maximaldruck von 100—130 Mm. Sehr kräftige, musculöse Männer übertreffen diese Ziffer oft um ein beträchtliches: für die Inspiration können sie 120—160 Mm., für die Exspiration 150—220 Mm. erreichen. Schwächliche Personen da-

gegen ergeben geringere Werthe; indess, wenn dieselben gesund sind, kann man bei erwachsenen Individuen männlichen Geschlechts für den negativen Inspirationsdruck 70 Mm., für den positiven Exspirationsdruck 80 Mm. als das Minimum hinstellen.

Frauen vermögen mit ihrer Athmung nur erheblich geringere Druckwerthe zu erreichen als Männer. Im Durchschnitt beträgt bei ihnen der negative Druck der forcirten Inspiration 60—80 Mm., der positive Druck der forcirten Exspiration 70—110 Mm. Grössere Ziffern werden nur von wenigen erreicht. Als Minimum für gesunde Frauen ist ungefähr — 50 Mm. für die forcirte Inspiration, + 60 Mm. für die forcirte Exspiration zu bezeichnen.

Kinder im Alter von etwa 10 Jahren und darüber haben gewöhnlich Werthe, die dem Minimum der Erwachsenen ganz oder nahezu (Differenz etwa 10—20 Mm.) gleich kommen. Nicht wenige Kinder erreichen sogar die Mittelzahlen der Erwachsenen. Es fehlt mir indess ein genügend grosses Beobachtungsmaterial, um sichere Zahlen für Kinder der verschiedenen Altersklassen angeben zu können. Dasselbe gilt für das höhere Alter. Ich kann hier nur so viel constatiren, dass bei Greisen, zuweilen sogar schon in einem Alter über 60 Jahren, die pneumatometrischen Ziffern nahe zum Minimum oder selbst noch unter dieses herabsinken.

Die oben angegebenen Zahlen entsprechen den durch forcirte In- und Exspiration zu erreichenden Maximalwerthen. Viel geringer sind die Ziffern für die langsam ansteigende In- und Exspiration, wobei die Versuchspersonen im Stande sind, eine oder mehrere Secunden den Druck auf der Höhe zu erhalten. Bei gesunden erwachsenen Männern schwankt der auf diese Weise gewonnene Inspirationszug zwischen 50 bis höchstens 120 Mm., der Exspirationsdruck zwischen 60—150 Mm.; die mittleren Werthe sind für die Inspiration 60—90 Mm., für die Exspiration 70 bis 100 Mm. Fei Frauen beträgt der Inspirationszug etwa 25 bis 60 Mm., die Exspiration etwa 30—80 Mm.

Vergleichen wir hiermit die von anderen Autoren gewonnenen Resultate:

Die Zahlen von Valentin sind zu hoch, offenbar weil die Fehlerquellen der Aspiration und Expulsion nicht vermieden sind. Die Ergebnisse von Mendelsohn und Hutchinson stimmen im grossen und ganzen mit den meinigen überein. Die Werthe von Donders sind zu klein; vielleicht dass die Versuchspersonen nicht vollkommen gesund waren, oder dass die Nasen-Athmung eine Fehlerquelle setzte.

Eichhorst (a. a. O.) fand bei 24 Männern als Mittelwerth für die Inspiration 44 Mm., für die Exspiration 60 Mm.; bei 18 Frauen für die Inspira-

tion 26 Mm., für die Exspiration 36 Mm. Jedoch entsprechen diese Zahlen dem Maximum der ruhigen, nicht forcirten In- und Exspiration, schliessen sich also den oben an letzter Stelle von mir gegebenen Werthen an, als welche sie etwas kleiner erscheinen, was wohl durch den eingeschalteten Hahn und die Schwierigkeit, zur richtigen Zeit denselben zu schliessen, bedingt wurde.

Lassar (a. a. O.) fand als Mittel bei der Athmung durch den Mund für die forcirte Inspiration 50 Mm., für die forcirte Exspiration 60 Mm., bei der Athmung durch ein Nasenstück für die forcirte Inspiration 41 Mm., für die forcirte Exspiration 52 Mm. Diese Zahlen sind deshalb nicht brauchbar, weil, wie ich oben (p. 18) gezeigt habe, die von Lassar angewandte Methode zu beanstanden ist.

Elsberg (a. a. O.) giebt als Mittelwerthe aus Untersuchungen an 25 gesunden Männern an — 86 Mm. für die forcirte Inspiration, 110 Mm. für die forcirte Exspiration. Bei Frauen erhielt er als Mittel — 50 Mm. für die Inspiration, 70 Mm. für die Exspiration. Was das Minimum des Druckwerths bei gesunden Männern betrifft, so stimmen Elsberg's Ergebnisse mit den meinen überein: der geringste Werth, den er bei gesunden Männern erhielt, war — 74 Mm. für die Inspiration, 86 Mm. für die Exspiration. Dagegen fand er bei gesunden Frauen als Minima viel niedrigere Werthe als ich, so bei einer Frau nur — 20 Mm. für die Inspiration, + 30 Mm. für die Exspiration. Nach meinen Erfahrungen vermuthe ich, dass hier eine Ungeschicklichkeit der betreffenden Versuchsperson vorgelegen hat, welche es zu den wirklichen Druckwerthen der Athmung nicht hat kommen lassen. Zuweilen begegnen uns solche Personen, die anfangs für die pneumatometrische — und ich muss hinzufügen, auch für die spirometrische — Untersuchung sich nicht anstellig geberden, und bei denen man darauf verzichten muss, sofort ein brauchbares Resultat zu erhalten. In solchen Fällen gelingt häufig an einem folgenden Tage, was am ersten, vielleicht durch eine gewisse Befangenheit der Versuchsperson, missglückt war.

Biedert (a. a. O.) giebt der zweiten Methode, d. h. der langsamen Athmung vor der forcirten den Vorzug. Die von ihm gefundenen Werthe stimmen im wesentlichen mit den meinigen überein; nur fallen die Zahlen für den Exspirationsdruck viel höher aus als bei meinen Beobachtungen. Der Grund hierfür liegt, wie wir gesehen haben, in der Verschiedenheit der Methode, indem Biedert eine besonders gestaltete Mundmaske anwendet. Biedert fand bei gesunden Männern im Durchschnitt für die langsame Athmung — 65,9 Mm. Inspirationszug, 110,5 Mm. Exspirationsdruck, und vermochte dieser Druck, resp. Zug 2—3 Secunden erhalten zu werden.

Küss (a. a. O.) kommt gleichfalls zu Resultaten, die mit den meinigen übereinstimmen. Er zieht indess die Untersuchung durch die Nase der durch den Mund vor. Bei der Vergleichung fand er folgende Mittelwerthe:

	Inspiration		Exspiration	
	forcirt	langsam	forcirt	langsam
Nasenstück .	134	108	202	124
Mundstück .	103	70	162	110
Maske	142	88,7	178	113

Rychlicki, welcher an Korczynski's Klinik in Krakau sehr zahlreiche pneumatometrische Versuche anstellte, wählte gleich Biedert die zuerst von mir bevorzugte Methode der langsamen Athmung und benutzte ein Mundstück. Die allgemeine Regel, dass bei gesunden Personen die Exspirationskraft die Inspirationskraft überragt, fand er in 84 pCt. der Fälle bewährt; in 10 pCt. waren beide Werthe gleich; in 6 pCt. war der Exspirationsdruck kleiner als der Inspirationszug. (In diesen 6 pCt. würde ich mit höchster Wahrscheinlichkeit das Vorhandensein einer Abnormität, und zwar in erster Reihe Verminderung der Lungenelasticität annehmen, wenn auch sonst keinerlei objektive oder subjective Zeichen von Krankheiten auffindbar gewesen sein mögen.) Nach Abzug der Ausnahmefälle betrug bei gesunden Männern der mittlere Werth für die langsame Inspiration — 48,5 Mm., für die langsame Exspiration + 66,3 Mm.

Krause endlich findet nach seiner Methode als das Minimum der Inspirationskraft gesunder Männer bei forcirter Athmung 60 Mm., das der Exspirationskraft 80 Mm. Die Exspirationskraft überwiegt auch ihm häufig die Inspirationskraft um das $1^1/_2$ bis zweifache. Diese grossen Exspirationswerthe sind nur dadurch möglich geworden, dass Krause die Biedert'sche Maske benutzte.

Die Ergebnisse der Pneumatometrie stehen in keinem Verhältniss zu denen der Spirometrie, weder bei Gesunden noch bei Kranken. Dieser Satz muss ganz besonders hervorgehoben werden, weil unkundige leicht geneigt sind, eine Gleichartigkeit beider Methoden anzunehmen, obwohl dieselben auf ganz verschiedenen Principien beruhen. Die Praxis lehrt, dass bei einem Individuum die pneumatometrischen Werthe sehr hoch sein können, während das spirometrische Mass relativ gering ist, und umgekehrt. Die Theorie stimmt hiermit überein; denn die durch die Spirometrie gemessene vitale Lungencapacität hängt sehr wesentlich von der Grösse und dem Umfang des Thorax ab, während für die Pneumatometrie die erstere überhaupt nicht, der letztere nur indirect an dem Endergebniss mitwirkt. Wir werden sehen, dass die pneumatometrischen Werthe hauptsächlich aus drei Faktoren resultiren: 1. der Kraft der Athemmuskeln, 2. der Beweglichkeit des Thorax und Ausdehnbarkeit der Lungen, 3. der Elasticität des Lungenparenchyms. Sehr musculöse, gesunde Personen mit beweglichem Thorax geben dem entsprechend die höchsten pneumatometrischen Werthe, ganz gleichgültig ob sie von kleinem oder grossem Wuchse sind, während man bei der Spirometrie immer — ceteris paribus — für grössere Personen eine grössere, für kleinere eine kleinere Zahl erhält.

Die Abhängigkeit der pneumatometrischen Werthe von der

Beweglichkeit des Thorax erklärt zugleich manche anderen Ergebnisse: Häufig genug findet man nämlich, dass ziemlich zart gebaute jugendliche Personen mit nicht stark entwickelter Musculatur und geringer vitaler Lungencapacität relativ hohe pneumatometrische Druckkräfte zeigen. Dasselbe ist, wie wir sahen, bei Kindern der Fall, welche, obgleich noch wenig musculös, doch schon mit ihrer Athemkraft an die niedrigen Werthe der Erwachsenen heranreichen. Hier ist in der leichten Beweglichkeit der noch dünnen und elastischen Thoraxwand die Ursache dafür zu suchen, dass die Druckkräfte relativ gross sind.

Dem entgegengesetzt sind die auffallend niedrigen Druckwerthe bei Greisen neben der Abmagerung vornehmlich von der Starrheit der Thoraxwandungen abzuleiten.

Dass bei Frauen die Athemkraft viel schwächer als bei Männern ist, erklärt sich wohl daraus, dass sie erstens im ganzen weniger musculös sind, zweitens und hauptsächlich aber dass ihr Zwerchfell beim Athmem viel weniger thätig ist, während dieses bei Männern einen ziemlich grossen Antheil der aufzuwendenden Kraftanstrengung zu leisten hat. Die gleiche Verschiedenheit zwischen Frauen und Männern tritt ja übrigens, wie bekannt, auch bei der Spirometrie hervor.

Um die Incongruenz zwischen spirometrischen und pneumatometrischen Ergebnissen zu zeigen, mögen folgende wenige Beispiele genügen:

1. Studiosus W., klein, mässig kräftig.
   Inspirationszug in maximo 90 Mm.
   Exspirationsdruck - - 100 -
   Vitale Lungen-Capacität 3200 Ccm.
2. Stud. P., ziemlich gross, ziemlich kräftig.
   Inspirationszug in maximo 80 Mm.
   Exspirationsdruck - - 100 -
   Vitale Lungen-Capacität 4500 Ccm.
3. Stud. A., sehr gross, wenig musculös.
   Inspirationszug in maximo 80 Mm.
   Exspirationsdruck - - 80 -
   Vitale Lungen-Capacität 5200 Ccm.
4. A. K., Diener, gross sehr kräftig.
   Inspirationszug in maximo 150 Mm.
   Exspirationsdruck - - 190 -
   Vitale Lungen-Capacität 5000 Ccm.

5. Dr. W., mittelgross, mässig kräftig.
   Inspirationszug in maximo 130 Mm.
   Exspirationsdruck - - 150 -
   Vitale Lungen-Capacität 3000 Ccm.

Rollett stellte Untersuchungen an über den Einfluss der Körperlage auf die Ergebnisse der Brustuntersuchung. Speciell für die Pneumatometrie fand er bei einem Experiment folgende Werthe der forcirten Athmung:

	Inspirationszug.	Exspirationsdruck.	Differenz.
im Stehen	140 Mm. Hg.	200 Mm. Hg.	60 Mm. Hg.
im Sitzen	140 - -	200 - -	60 - -
im Liegen	120 - -	160 - -	40 - -

Die Athemkraft blieb sich demnach im Stehen und Sitzen gleich, war dagegen im Liegen herabgesetzt, und zwar wurde die Exspirationskraft im Liegen relativ mehr beeinträchtigt als die Inspirationskraft. Analog den Ergebnissen der Pneumatometrie verhielten sich auch die der Spirometrie und Brustmessung, auf die wir später zurückzukommen Gelegenheit haben werden.

Bei Sängern fand Wassiljew eine Erhöhung sowohl der Inspirations- wie der Exspirationskraft. Beide nehmen mit dem Alter der Singjahre zu, in den ersten Jahren jedoch in stärkerem Masse als später. Die Zunahme der Inspirationskraft geschieht rascher; dagegen erhält sich die Vermehrung der Exspirationskraft stabiler.

Abnorme Respirationstypen bei Krankheiten.

Die fundamentale Bedeutung der Pneumatometrie für die klinische Diagnostik besteht darin, dass es mittelst derselben ermöglicht wird, die beiden verschiedenen Phasen der Athmung, die Inspiration und Exspiration, jede für sich allein an einem einfachen physikalischen Instrumente zu messen, wobei es gelingt, einerseits die absolute Abweichung, sei es der Inspiration, sei es der Exspiration von der Norm zu constatiren, andererseits das gegenseitige Verhältniss der Inspiration und Exspiration zu einander zu prüfen.

Man hat bisher — abgesehen von vereinzelten Versuchen, insbesondere den sehr verdienstvollen Bestrebungen von Gerhardt und Biermer — sich fast immer damit begnügt, die Dyspnoë als einen einheitlichen Begriff aufzufassen, während sie in Wirklichkeit sehr verschiedenartiger Natur ist, nicht etwa nur in betreff ihres Grades, sondern ganz besonders auch in betreff ihrer Qualität.

Dies zu erkennen oder wenigstens mit Sicherheit zu constatiren, dazu fehlten uns bis jetzt exacte Hilfsmittel. Durch die Pneumatometrie wird uns ein solches Hilfsmittel geboten, und es wird uns nunmehr möglich gemacht, die Natur einer jeden Dyspnoë genau zu bestimmen, d. h. nachzuweisen, ob die Dyspnoë eine inspiratorische oder eine exspiratorische oder eine Combination beider ist, ferner in Zahlen anzugeben, welcher Grad der inspiratorischen oder exspiratorischen Athmungsbehinderung vorhanden ist[1]).

Aber nicht nur bei bereits deutlich ausgesprochener subjectiver oder objectiver Dyspnoë lässt sich die Natur und der Grad derselben am Pneumatometer bestimmen; auch zur Zeit, wenn die Athmung eine vollkommen normale scheint, und selbst dann, wenn noch keine andere Untersuchungsmethode, namentlich Percussion und Auscultation, irgend eine Spur einer Affection des Respirationstractus nachzuweisen im Stande ist, vermag die Pneumatometrie etwaige Abweichungen der Respiration von der Norm zu constatiren und dadurch das Bestehen eines etwa vorhandenen oder sich erst entwickelnden Leidens aufzudecken. So gelang es mir in zahlreichen Fällen, leichte Formen des Emphysems oder wenigstens mangelnder Lungenelasticität, die allen anderen Untersuchungsmethoden unzugänglich waren, mittelst der Pneumatometrie zu erkennen. Die betreffenden Personen erschienen vollkommen gesund, zur Zeit ohne jede Spur von Dyspnoë, das Manometer zeigte die characteristische auf Emphysem deutende Veränderung, und beim weiteren Nachforschen erfuhr ich, dass die Personen beim Treppen- oder Bergsteigen leicht kurzathmig wurden. Hier konnte also das Pneumatometer Abnormitäten der Athmung nachweisen, welche die noch geringfügigen Anfänge einer Erkrankung andeuteten, die jeder anderen Untersuchungsmethode entgehen musste.

---

1) Ausser der Pneumatometrie bietet nur noch die Stethographie die Möglichkeit, beide Phasen der Respiration für sich und mit einander verglichen zu beobachten. Die stethographische Methode ist indess viel complicirter und zeitraubender als die Pneumatometrie und lässt sich dadurch schwerer in der gewöhnlichen Privatpraxis verwerthen. Es ist namentlich Riegel, der sich um die Stethographie und die Verwerthung derselben zur Diagnostik ganz besonders verdient gemacht hat. Vergl.: Die Athembewegungen. Eine physiologisch-pathologische Studie von Dr. Franz Riegel. 181 Seiten mit 12 Tafeln. Würzburg 1873. Stuber's Buchhandlung.

Was das Pneumatometer direct anzeigt, ist, wie wir sahen, das Kraftmaximum, welches ein Individuum für seine Inspiration und seine Exspiration aufzuwenden im Stande ist. Werden die normalen Werthe erreicht, so hat man die In- und Exspirationskraft als sufficient zu bezeichnen; im entgegengesetzten Falle ist eine Insufficienz sei es der Inspiration, sei es der Exspiration oder beider zu constatiren.

Eine solche Insufficienz kann vorhanden sein, ohne dass das Individuum zur Zeit kurzathmig zu sein braucht. Für seine gewöhnliche Athmung können immerhin die Kräfte ausreichen, über welche es verfügt. Sobald aber eine grössere Anstrengung ausgeführt werden soll, bei welcher ein bedeutender Aufwand von Athemkraft nothwendig wird, dann macht sich die Insufficienz der Leistung geltend und äussert sich als Dyspnoë.

Bei intensiven Störungen im Respirationstractus ist dagegen selbst beim Mangel jeglicher Anstrengung die gewöhnliche Athmung den zur Decarbonisation des Blutes nothwendigen Gaswechsel ausreichend zu fördern nicht im Stande, es müssen deshalb accessorische Hilfsmukeln fast dauernd die Athmung unterstützen, und es entsteht deshalb Dyspnoe, auch ohne dass der Kranke sich besonderen Bewegungen aussetzt. Die Insufficienz der Respiration äussert sich hier demnach schon in der Ruhe. Die Dyspnoë kann zunächst nur eine rein objective sein, d. h. sie wird vom Kranken nicht empfunden, sondern offenbart sich allein nur dem beobachtenden Arzte in der Zuhilfenahme der accessorischen Athemmuskeln; oder der Luftmangel kommt gleichzeitig zum Bewusstsein des Kranken, dann ist die Dyspnoë zugleich eine subjective.

Die Insufficienz der In- und Exspirationskraft bietet demgemäss die physiologische Grundlage für das Zustandekommen der Dyspnoë. Sie kann bereits vorhanden sein, ohne dass sich bis dahin noch eine Gelegenheitursache für den Ausbruch der Dyspnoë gezeigt hat, sie bildet demnach gewissermassen einen Vorläufer der letzteren. Um so wichtiger erscheint es deshalb, dass wir in der Pneumatometrie ein Mittel erlangt haben, sie frühzeitig zu erkennen, und ausserdem genau zu bestimmen, welcher Art und welchen Grades diese Insufficienz ist.

Ist die Inspirations- oder Exspirations-Insufficienz so hochgradig, dass die bei äusserster Anstrengung aller acessorischen

Hilfsmuskeln aufzuwendende Kraft sich in so niederen Grenzen bewegt, wie sie sonst von gesunden Personen ohne besondere Anstrengung erreicht werden, so werden entweder schon sehr geringe Anlässe, etwa leichte Körperbewegungen, ausreichen, um die Dyspnoë zum Ausbruch zu bringen, oder dieselbe wird sogar, wenigstens objectiv oder auch subjectiv, permanent vorhanden sein. Ist dagegen die Insufficienz von niederem Grade, so müssen die Gelegenheitsursachen zum Auftreten der Dyspnoë viel erheblicherer Art sein: es sind dann so grosse Anstrengungen, wie z. B. Berg- und Treppensteigen, erforderlich, dass zur Unterhaltung eines genügenden Luftwechsels in den Lungen eine weite Ausdehnung des Thorax nothwendig wird, eine Arbeit, welche die insufficiente Athemkraft schwer zu leisten im Stande ist.

Mit dem gesagten ist selbstverständlich die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass auch unter Umständen trotz vollkommener Sufficienz der Athmung dennoch Dyspnoë zu Stande kommen kann. Wird nämlich der physiologische Chemismus der Athmung bei einem gesunden Individuum plötzlich unterbrochen, kommt beispielweise dasselbe in eine Atmosphäre, welche Sauerstoff in ungenügender Menge enthält, so tritt Dyspnoë ein trotz normal sufficienter Athemkraft. Aber in diesem Falle reicht die normale Sufficienz für die veränderte Atmosphäre nicht aus, für diese besteht ein grösseres Athembedürfniss, d. h. die Nothwendigkeit, den Thorax noch viel weiter ausdehnen zu müssen, um einen genügenden Gasaustausch zu erreichen; also im Grunde genommen ist die normale Sufficienz für diesen Fall schon als Insufficienz anzusehen. Bei den meisten sonstigen Erkrankungen, welche Dyspnoë erzeugen, sind es dagegen nicht chemische, sondern mechanische Momente, welche die Dyspnoë bedingen, und diese haben gleichzeitig oder gewöhnlich bereits vorher Athmungsinsufficienz veranlasst; ich erwähne namentlich die Phthisis, die Pneumonie, die Pleuritis, wobei das Athmungsorgan einfach in seinem Volumen verkleinert ist, das Emphysem, wobei die Lungenelasticität leidet, die Stenosen der ersten Luftwege, wobei der Zutritt der Luft von aussen unterbrochen wird — also nur rein mechanische Momente, während bei allen diesen Erkrankungen der Chemismus der Athmung unverändert geblieben ist. Hier hält die Dyspnoë gleichen Schritt mit der mechanischen Behinderung der Athmung, welche ihrerseits in dem Grade der pneumatometrisch zu messenden In-

sufficienz der In- oder Exspiration ihren physikalischen Ausdruck findet. Wir kommen später bei der Erklärung des pneumatometrischen Ergebnisses des näheren hierauf zurück.

Im Verlaufe meiner Untersuchungen lernte ich eine Reihe abnormer Respirationstypen kennen, von denen jeder einer gewissen Krankheitsgruppe entspricht, und zwar mit solcher Sicherheit, dass je nach dem pneumatometrischen Ergebniss mit höchster Wahrscheinlichkeit auf das Vorhandensein einer bestimmten Krankheit oder Krankheitsgruppe geschlossen werden kann. Hierin liegt die grosse praktische Bedeutung der Pneumatometrie für die klinische Diagnostik.

Als Grundlage für die Erkenntniss der pathologischen Respirationstypen dienen die bei der Untersuchung an gesunden Menschen gewonnenen Ergebnisse und zwar:

1. die Thatsache, dass bei gesunden Menschen der positive Exspirationsdruck grösser ist als der negative Inspirationszug;
2. dass ein gewisses Minimum der In- und Exspirationskraft bei gesunden Menschen vorhanden sein muss, welches wir im vorigen Kapitel näher bezeichnet haben.

Aus den verschiedenen Abweichungen von dieser Regel ergeben sich die bei Krankheiten oder Athmungsstörungen auftretenden Respirationstypen. Wir können dieselben am passendsten in zwei Hauptgruppen theilen, je nachdem der ad 1. angeführten physiologischen Thatsache genügt wird oder nicht. Jeder Gruppe gehören sodann verschiedene Unter-Typen an, je nachdem die unter 2. erwähnten Minima erreicht werden oder nicht.

I. Gruppe der pathologischen Respirationstypen. Das wesentliche dieser Gruppe liegt darin, dass sich das Verhältniss zwischen Exspirations- und Inspirationskraft umgekehrt als wie in der Norm verhält: der positive Exspirationsdruck ist kleiner als der negative Inspirationszug. Es besteht in jedem Falle eine Insufficienz der Exspiration. Hier lassen sich folgende Unterabtheilungen aufstellen:

Typus 1. Der Inspirationszug ist normal; der Exspirationsdruck kleiner als derselbe, also insufficient.

Typus 2. Der Inspirationszug erreicht nicht das normale Minimum, ist also gleichfalls insufficient; aber der

insufficiente Exspirationsdruck bleibt noch hinter dem Inspirationszug an Grösse zurück.

Typus 3. Der Inspirationszug überragt an Grösse die Norm, der Exspirationsdruck ist kleiner als derselbe.

II. Gruppe. Die Inspiration ist insufficient; aber das Verhältniss zwischen Inspiration und Exspiration entspricht der Norm, derart dass der negative Inspirationszug kleiner ist als der positive Exspirationsdruck.

Typus 4. Der Inspirationszug erreicht nicht das normale Minimum, ist also insufficient. Der Exspirationsdruck ist normal.

Typus 5. Die Inspiration ist insufficient. Der Exspirationsdruck ist zwar grösser als der Inspirationszug, bleibt aber hinter dem normalen Minimum zurück; ist also gleichfalls insufficient.

Typus 6. Die Inspiration ist insufficient; die Exspiration übertrifft die Norm. — Diesen Typus habe ich nur der Vollständigkeit halber aufgestellt. Ich habe bisher kein Krankheitsbild demselben entsprechend gefunden; überhaupt ist er mir in praxi noch nicht begegnet.

Ich will jetzt im speciellen zu den einzelnen Erkrankungen übergehen, denen diese abnormen Respirationstypen entsprechen, und ich will zunächst die beiden Krankheiten, bei denen ich das Princip entdeckte, und welche die Hauptrepräsentanten für die beiden entgegenstehenden Gruppen bilden, das Emphysem und die Lungenschwindsucht ausführlich abhandeln.

Emphysema pulmonum.

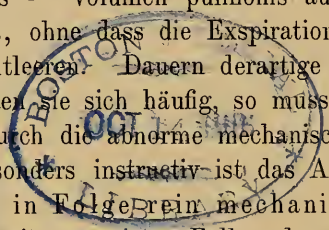
Unter dem Begriff Emphysem fasse ich in altgewohnter Weise das rein klinische Krankheitsbild auf, unbekümmert ob grobe pathologisch-anatomische Störungen in geringerem oder höherem Grade bereits vorhanden sind oder nicht. Es gehört hierher eine Reihe von allmälig aus einander entstehenden und in einander übergehenden Krankheitsprocessen, anfangend mit molecularen, rein physicalischen Veränderungen des Lungengewebes und in den schwersten anatomischen Läsionen endigend. Ich halte es für nothwendig, ein solches einheitliches klinisches Krankheitsbild,

welches auch die ersten leichten Anfänge der Krankheit umfasst, festzuhalten und nicht erst dann von Emphysem zu sprechen, wenn greifbar anatomische Gewebsveränderungen aufgetreten sind, schon aus dem einen sehr triftigen Grunde, weil man bei Lebzeiten nicht im Stande ist, mit einiger Sicherheit anzugeben, wo die anatomische Läsion — i. e. das eigentliche Emphysem im pathologisch-anatomischen Sinne — anfängt, oder wo es sich noch einzig und allein um ein volumen pulmonis auctum (eine in neuester Zeit gern gebrauchte, aber keineswegs empfehlenswerthe Terminologie) handelt.

Die Krankheit beginnt mit leichten Störungen der Lungenelasticität, welche nicht nur nicht pathologisch-anatomisch zu erkennen, sondern auch nicht einmal durch die bisherigen klinischen Untersuchungsmethoden nachweisbar sind. Als die häufigste Ursache der verminderten Lungenelasticität erscheint der Catarrh der kleinsten Bronchien. Wir werden bei der Bronchitis sehen, dass bei ihr bereits eine exspiratorische Insufficienz besteht, bedingt durch abnorme Widerstände, welche sich der Entleerung der Alveolen während der Exspiration entgegenstellen. Diese erhöhten Widerstände, wenn sie längere Zeit andauern und die regelmässige Retraction des Lungengewebes hindern, sind schon an sich im Stande, rein mechanisch die Elasticität des Gewebes herabzusetzen. Da die Inspirationskraft bei der Bronchitis nicht leidet, so vermögen die Lungen neue Luft in die Alveolen zu inspiriren, die sie nicht mit gleicher Kraft wieder auszustossen im Stande sind, und sie gerathen dadurch in einen Zustand der Ausdehnung, der mehr oder weniger hochgradig wird je nach den der Exspiration in der Verengerung der kleinsten Bronchien sich bietenden Widerständen. Je stärker und je länger andauernd diese mechanische Dehnung des Gewebes ist, um so mehr läuft dasselbe Gefahr, an Elasticität einzubüssen.

In gleicher Weise wie die Bronchitis wirkt das Asthma. Asthma und Emphysem stehen mit einander in sehr naher Beziehung; ich werde später auf dieses Verhältniss beider zu einander näher eingehen. Hier nur so viel: das Asthma wird die Ursache des Emphysems, und das Emphysem seinerseits complicirt nicht blos, sondern verstärkt von neuem das Asthma und kann auch selbst wieder eine Quelle asthmatischer Anfälle werden. Das Emphysem entwickelt sich aus dem Asthma nach einem vollkommen

gleichen Modus wie aus der Bronchitis. Es ist die Verengerung der kleinsten Bronchien während des asthmatischen Anfalls — sei es dass die Verengerung durch einen Krampf der Bronchialmuskulatur, sei es dass sie durch Catarrhus acutissimus entstanden ist — welche der Exspiration abnorme Widerstände setzt, während die Inspirationskraft unbeeinträchtigt ist. Es entsteht dadurch eine abnorme Füllung der Alveolen, die zu abnormer Ausdehnung des Lungengewebes — volumen pulmonis auctum, oder Lungen-Ektasie — führt, ohne dass die Exspiration im Stande ist, die Alveolen zu entleeren. Dauern derartige Anfälle längere Zeit an, und wiederholen sie sich häufig, so muss die Elasticität des Lungengewebes durch die abnorme mechanische Alteration leiden.



Ganz besonders instructiv ist das Auftreten eines primären Emphysems in Folge rein mechanischer Einflüsse, während in den weitaus meisten Fällen das Emphysem secundär in Folge anderer Affectionen, hauptsächlich Bronchitis und Asthma, aber auch nach Pleuritis und anderen Respirations- und Circulationskrankheiten, sich ausbildet.

Das primäre Emphysem in Folge körperlicher Anstrengungen habe ich ganz unzweifelhaft beobachtet. Namentlich ist es forcirtes Treppen- und Bergsteigen, welches dasselbe bewirken kann.

Ein vorzügliches Beispiel derart beobachtete ich im Jahre 1872 an einem Studenten, der damals meine Vorlesungen besuchte. Derselbe zog sich sein Emphysem dadurch zu, dass er, aus einem kleinen Orte kommend und nicht gewohnt Treppen zu steigen, hier eine 4 Treppen hoch gelegene Wohnung bezog und mehrere Male täglich diese Treppen in einem Tempo hinauf und herunter lief. Derselbe entdeckte sein beginnendes Emphysem zuerst an meinem Pneumatometer, an welchem er gleich meinen übrigen Zuhörern Versuche machte, noch bevor irgend welche andere Zeichen vorhanden gewesen waren. Bald jedoch bemerkte er, dass es ihm schwer falle, die Treppen so schnell wie früher hinaufzulaufen, und kurze Zeit später fühlte er auch beim langsamen Treppensteigen Athemnoth. Catarrh war nicht vorhanden. Dass das Emphysem hier seit dem Anfang des Semesters acquirirt war, ging auch daraus hervor, dass der betreffende kurz vor dem Beginn desselben eine Bergtour ohne Anstrengung gemacht hatte und anfangs die Treppen auffallend schnell hatte hinauflaufen können. Eine andere Ursache für das beginnende Emphysem war nicht zu entdecken. Durch entsprechende Behandlung, besonders Inhalationen von Oleum Terebinthinae, wurde das Leiden gebessert — nicht geheilt; denn ich war damals noch nicht im Besitz des pneumatischen Apparats.

Das Emphysem kommt hier rein mechanisch auf folgende Weise zu stande: Beim Steigen werden erhöhte Anforderungen an

die respiratorischen Leistungen gestellt. Man ist genöthigt, sehr tief zu inspiriren, um einen der Körperanstrengung genügenden Lungengaswechsel zu unterhalten. Steigt man langsam und allmälig, so lässt man der tiefen Inspiration auch entsprechend ausgiebige Exspiration folgen. Steigt man dagegen zu schnell, so lässt man sich nicht die Zeit, genügend ausdauernd zu exspiriren, während man zu immer tieferen Inspirationen von selbst gezwungen wird. Es resultirt hieraus eine mechanische Dehnung des Lungengewebes ohne genügende Retractionen. Wie eine jede elastische Haut, welche für einige Zeit in einem abnormen Dehnungszustand erhalten wird, an Elasticität einbüsst, so geschieht dies auch mit den Lungen.

Man sei deshalb auch vorsichtig, Personen, die zu Emphysem disponiren, Bergtouren anzuempfehlen oder viel steigen zu lassen. Verschlimmerung eines fast geheilten oder sehr gebesserten Emphysems nach Bergreisen habe ich gar nicht selten beobachtet.

Den interessantesten Fall von primärem, auf rein mechanische Weise entstandenen Emphysem hatte ich im vorigen Jahre kennen zu lernen Gelegenheit. Er betraf die berühmte Taucherin Lurline, welche im Stande war, bis zu 3 Minuten unter dem Wasser ohne Athmung zuzubringen. Als ich von ihren Productionen hörte, hielt ich es schon a priori für wahrscheinlich, dass sie durch dieselben auf mechanischem Wege Emphysem acquiriren müsste, und ich war aus wissenschaftlichen Gründen begierig, sie zu untersuchen. Herrn Dr. Poll verdanke ich es, dass sie sich mir zu diesem Zwecke vorstellte. Ich fand denn in der That meine Voraussetzung vollkommen bestätigt: es war ein entschiedenes Emphysem nachweisbar.

Sie hat einen ausserordentlich kräftig gebauten Thorax. Die Percussion zeigt, dass das Herz vollständig von den Lungen überdeckt ist, und dass die untere Lungengrenze rechts wie links in der Mammillarlinie bis zur 8. Rippe hinabreicht. Ihre Inspirationskraft betrug 120 Mm., ihre Exspirationskraft nur 100 Mm.

Ganz besonders erstaunlich war ihre geringe Vitalcapacität, die eben auch nur auf Rechnung des Emphysems kommt. Dieselbe betrug im ganzen nur 2400 Ccm., ein Mass, dass dasjenige anderer gesunder Frauen ihrer Grösse um viele hundert Centimeter hinter sich zurücklässt. Dagegen war sie im Stande, in die um $^1/_{60}$ Atmosphärendruck verdünnte Luft meines pneumatischen Apparats volle 3900 Ccm., also noch 1500 Ccm. ihrer Residualluft [1]) hin-

1) Dies ist bei Emphsem ein häufiges Vorkommniss, worüber später noch gehandelt werden wird.

einzuathmen und den Cylinder mehrere Sekunden fest auf dieser Höhe zu erhalten.

Das Emphysem musste in diesem Falle folgendermassen zu Stande gekommen sein: L. bewirkte ihre Taucherproductionen derart, dass sie vorher sehr rasch hintereinander inspirirte, ohne die Inspirationen durch genügend lange Exspirationen zu unterbrechen. Sie versetzte sich dadurch in einen Zustand von Apnoë, in welchem sie unter Wasser bis zu 3 Minuten zuzubringen vermochte. Gegen Ende dieser Zeit fühlte sie bereits, dass ihr das Bewusstsein zu schwinden anfing, und dann musste sie möglichst schnell aus dem Wasser emportauchen. Also auch hier handelt es sich um einen künstlich unterhaltenen Dehnungszustand der Lungen, welcher zur Verminderung der Elasticität derselben geführt hat.

Wunderbar und fast paradox erscheint es hier, dass das Emphysem in diesem Falle nicht nur keine Athemstörungen machte, sondern umgekehrt die Trägerin desselben mit ihrer Athmung gerade so aussergewöhnliches leistete. Erklärlich wird dies vollkommen durch den Umstand, dass die Leistungen der Inspiration den Mangel der Exspirationskraft weit zu übercompensiren im Stande waren. Störungen würden sich erst zeigen, sobald pathologische Verhältnisse, z. B. Bronchitis capillaris, einträten, oder wenn das Emphysem so hochgradig werden sollte, dass der mittlere Stand der Lungen noch näher an die äusserste Inspirationsgrenze heranreichen, und dadurch eine compensatorische Inspiration unmöglich würde.

Auf das erste Stadium der verminderten Lungenelasticität folgt ein weiteres Stadium, das der durch die Percussion nachweisbaren bleibenden Ausdehnung der Lungen, oder Lungen-Ektasie. Wir sehen zwar, dass Lungendehnung der Verminderung der Lungenelasticität bereits vorausgeht und sie erst verursacht. Aber theils ist diese Lungendehnung noch nicht erheblich genug, dass schon eine merkliche Vergrösserung der Lungengrenzen nachweisbar ist, theils geht die letztere, selbst wenn sie schon vorhanden, anfangs immer noch zurück, sobald die sie veranlassenden Ursachen — Bronchitis, Asthma, körperliche Anstrengungen u. s. w. — zu wirken aufhören. Erst wenn die Elasticität des Gewebes durch die abnorme mechanische Dehnung in höherem Grade gelitten hat, ist dieselbe nicht mehr im Stande, auch nach dem Aufhören der die Ektasie bedingenden Zustände das Lungengewebe auf sein früheres Volumen zu reduciren, und es bleibt für immer ein volumen pulmonis auctum, oder nennen wir es besser, Lungen-Ektasie zurück.

Die Lungen-Ektasie ist demnach einerseits die Ursache, andererseits die Folge der Verminderung der Lungenelasticität. Sie kann acut oder chronisch entstehen, und zwar immer, wie wir ge-

sehen, durch erhöhte Wirkung der Inspiration gegenüber einer ungenügenden Exspiration. Die acute Lungen-Ektasie oder acute Lungenblähung (Biermer) bildet sich hauptsächlich im asthmatischen Anfall und bei hochgradiger Bronchitis capillaris. Sie kann sich wieder zurückbilden, so wie das Asthma oder die Bronchitis vorüber. Je häufiger sie wiederkehrt, je länger sie andauert, um so mehr muss die Lungenelasticität leiden, bis diese endlich so weit vermindert ist, dass sie die Lungen-Ektasie nicht mehr ganz rückgängig zu machen im Stande ist; dann bleibt diese als chronische Ektasie bestehen. Oder die Ektasie bildet sich überhaupt, z. B. in Folge chronischer Bronchitis oder körperlicher Anstrengung, allmälig heraus, und hiermit leidet auch die Lungenelasticität mehr und mehr; hier haben wir eine chronische Entwicklung der Ektasie.

Je mehr nun die Lungenelasticität sich vermindert hat, um so weniger leistet das Lungengewebe einer weiteren Ausdehnung Widerstand, und auf diese Weise wird eine Vermehrung der Lungendehnung noch weiter erleichtert — ein verhängnissvoller Circulus vitiosus.

Es folgt darauf ein weiteres Stadium, in welchem die bekannten tieferen Störungen im Lungengewebe auftreten und alveoläres Gewebe zu Grunde geht — das eigentliche Emphysem im pathologisch-anatomischen Sinne. Dieses von der einfachen Lungen-Ektasie zu unterscheiden, war den bisherigen Untersuchungsmethoden unmöglich, höchstens dass die sehr geringe Intensität des vesiculären Athmens bei der Auscultation und der Grad der subjectiven Symptome, eventuell auch der Cyanose, das Bestehen des anatomischen Emphysems mehr oder weniger wahrscheinlich machten. Dasselbe geht unmerklich aus der Ektasie hervor, höchst wahrscheinlich bedingt durch die Ernährungsstörung, welche das Lungenparenchym durch seine abnorme Dehnung erfährt. Mit der Ausweitung der Lungenalveolen dehnen sich auch und verengern sich dem entsprechend die Capillaren derselben. Die Füllung und namentlich die Entleerung der verengten Capillaren muss durch die mangelhafte Retraction des Gewebes weiter beeinträchtigt werden, und möglicherweise trägt auch die Verengerung der kleinsten Bronchien zur Circulationsstörung in den Alveolen noch weiter bei. Mindestens sind Momente genug vorhanden, welche die Ernährung des gezerrten Gewebes behindern und zur Atrophie desselben,

gleichsam zur Usur, führen. Dieser Gewebsschwund kann an einzelnen ektatischen Lungenläppchen, deren Circulation ganz besonders gehemmt ist, schon relativ früh eintreten, in anderen erst später, und so bestehen die verschiedenen Stadien des Emphysems neben einander in derselben Lunge, allmälig das eine in das andere übergehend. Es ist deshalb fehlerhaft, die Krankheit in zwei Formen zerreissen und das anatomische Emphysem von der Lungen-Ektasie absondern zu wollen; beide gehören nosologisch zusammen, und zu ihnen gehört, wie bereits näher ausgeführt, als das Anfangsstadium die mangelnde Lungen-Elasticität [1]).

Durch die Pneumatometrie gelingt es, nicht nur das Emphysem in allen Fällen, selbst im Anfangsstadium, wo alle übrigen Untersuchungsmethoden im Stiche lassen, und sogar wenn noch nicht einmal wirkliche subjective Störungen zur Zeit vorhanden sind, mit Sicherheit nachzuweisen; sondern wir sind auch im Stande, mittelst der Pneumatometrie die verschiedenen Stadien des Emphysems mit Wahrscheinlichkeit von einander zu unterscheiden.

Alle Formen des Emphysems haben das mit einander gemeinsam, dass die Exspirationskraft im Verhältniss zur Inspiration herabgesetzt ist. Es tritt die oben als erste Gruppe der pathologischen Respirationstypen bezeichnete Athemstörung auf.

Der niedrigste Grad der Störung macht sich in der Weise geltend, dass bei normaler Inspirationskraft der Exspirationsdruck nicht, wie normal, um ein wesentliches grösser ist als der Inspirationszug, sondern sogar ein wenig gegen denselben zurückbleibt, also sich insufficient erweist. Personen mit diesem Respirationstypus sind für gewöhnlich zur Zeit nicht im mindesten dyspnoëtisch und empfinden meist nur Kurzathmigkeit bei starken Körperbewegungen, besonders beim Berg- und Treppensteigen. Dieselben haben entweder viel an Bronchialcatarrhen gelitten oder leiden noch an denselben, ohne erhebliche Beklemmungen, oder sie befinden sich im freien Intervalle eines nicht sehr hochgradigen nervösen Asthma, oder in den seltneren Fällen endlich war überhaupt

1) Selbstverständlich soll die obige Darstellung nur eine kurze Skizze dessen, was ich zum Verständniss des folgenden für nothwendig halte, bieten. Ich bin weit entfernt von der Absicht, damit auch nur das wesentliche, was über diesen wichtigen Gegenstand zu sagen wäre, annähernd zu erschöpfen.

keine Erkrankung vorhergegangen, und die Lungenelasticität hat sich durch übermässige Inspirations-Anstrengung, der das Lungengewebe ausgesetzt war, oder aus anderen unbekannten Gründen vermindert. Als ursächliche Momente verdienen auch langdauernde fieberhafte Krankheiten Beachtung, welche, wie wir sehen werden, die Lungenelasticität gleichfalls zu stören vermögen.

In vielen, wenn nicht den meisten dieser Fälle vermag weder die Percussion, noch die Auscultation, noch irgend eine andere Untersuchungsmethode die vorhandene Abnormität nachzuweisen (der etwaige Nachweis eines Catarrhs kommt hier selbstverständlich nicht in Betracht), und dennoch bestehen die Anfänge einer Erkrankung, welche, sich weiter entwickelnd, zu den bekannten schweren Erscheinungen führt.

Gewöhnlich halte ich eine Exspirations-Insufficienz erst dann für sicher constatirt, wenn der Exspirationsdruck kleiner ist als der Inspirationszug. Nun begegnen wir vielen Fällen, in welchen der Exspirationsdruck ungefähr gleich gross ist wie der Inspirationszug oder ihn nur um wenige Millimeter — anstatt um etwa ein drittel — übertrifft. Solche Fälle hielt ich mich meist nicht für berechtigt schon mit Sicherheit zu den krankhaften zu zählen, obgleich die Abweichung von dem Typus des vollkommen gesunden doch entschieden vorhanden ist. Ich habe eben den Grenzen des normalen einen grösseren Spielraum gestattet. Ob ich daran recht gethan, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Mich haben zu diesem Usus zahlreiche Fälle veranlasst, in welchen das angegebene Verhältniss zwischen In- und Exspiration vorhanden war, und dennoch keinerlei Störung der Athmung, auch nicht beim angestrengten Treppen- und Bergsteigen, bestand. Ob hier nicht dennoch das Pneumatometer eine — wenn auch zur Zeit nur leichte — Elasticitätsverminderung anzeigte, muss vorläufig dahin gestellt bleiben. Nur lange fortgesetzte Beobachtung solcher Personen wird eine definitive Entscheidung herbeiführen können.

Dagegen habe ich eine wenn auch nur ausserordentlich kleine Zahl von Fällen, in welchen Personen viel an Bronchialcatarrhen gelitten hatten und bei starken Bewegungen leicht dyspnoëtisch wurden, so wie einige Fälle von nicht hochgradiger, aber doch bereits deutlich ausgesprochener Lungen-Ektasie zu verzeichnen, bei denen der Exspirationsdruck nicht kleiner als der Inspirationszug, sondern diesem gleich war oder ihn sogar um ein weniges, ca. 5 — 10 Mm., übertraf. Solche Fälle erscheinen als Ausnahmen von der Regel, wenn man diese letztere zu eng fasst; sie passen dagegen in den Rahmen, wenn man anstatt einer starren Formel den Kern der Sache in's Auge fasst.

Wenn Personen in ihrem gesunden Zustande, wie es ja in den weitaus meisten Fällen der Norm entspricht, einen Exspirationsdruck haben, der den Inspirationszug ungefähr um $^1/_3$ übertrifft, also beispielsweise bei einem negativen Inspirationsdruck von 120 Mm. einen Exspirationsdruck von 160 Mm. darbieten, und diese erkranken plötzlich oder allmälig derart, dass ihre Lun-

genelasticität leidet, so braucht nicht plötzlich der Exspirationsdruck von 160 Mm. auf weniger als 120 Mm. herabzusinken; ein Herabgehen auf etwa 130 Mm. deutet auch schon die vorhandene Störung an. Man würde diese am Pneumatometer erkennen, hätte man den betreffenden Kranken in seinen gesunden Tagen untersucht. Es hat hier also in der That keine Ausnahme von der Regel stattgefunden, es hat sich auch hier eine Insufficienz der Exspiration ausgebildet; nur manifestirt sich dieselbe am Pneumatometer nicht augenfällig genug, weil man die frühere normale Athmungskraft des betreffenden nicht kannte.

Solche Fälle sind indess, wie schon angedeutet, sehr selten und nur ausnahmsweise zu beobachten. In der Regel — wenigstens bei denjenigen Fällen, die sich an den Arzt wenden — äussert sich die Insufficienz deutlich genug, indem die Exspirationskraft nicht nur gegen den früheren gesunden Zustand, sondern auch unter das Mass des Inspirationszuges vermindert ist. Jene Ausnahmefälle haben aber das gute, uns zu belehren, dass wir die Grenzen bei Aufstellung der Regeln nicht zu starr ziehen dürfen, und weisen uns vielleicht darauf hin, dass bei den erstgenannten Personen, welche, anscheinend gesund, einen dem Inspirationszuge gleichen oder ihn nur um sehr wenig übertreffenden Exspirationsdruck darboten, man dennoch eine insufficiente Exspiration anzunehmen berechtigt wäre.

Steigert sich die Erkrankung, treten die dyspnoëtischen Zustände stärker und häufiger hervor, ist bereits durch die Percussion eine Ektasie der Lungen nachweisbar, so sind auch die Abweichungen am Pneumatometer meist viel erheblicher ausgesprochen. Der Exspirationsdruck ist dann nicht um wenige Millimeter, sondern ziemlich erheblich kleiner als der Inspirationszug. Die Differenz kann 10—20—40 Mm. und mehr betragen, ja die Exspirationskraft kann selbst auf die Hälfte oder sogar ein Drittel der Inspirationskraft herabsinken. Beispielsweise kann bei einem Inspirationszuge von 100 Mm. der Exspirationsdruck 80, 60, 50 und selbst nur 30 Mm. betragen. Das Mass der Herabsetzung bezeichnet den Grad der exspiratorischen Insufficienz.

Die Inspiration entspricht in solchen Fällen meist noch ungefähr der Norm. Leider fehlt es in fast allen Fällen an einem exacten Massstab der Beurtheilung, da man nur ausnahmsweise in der Lage ist, den betreffenden Patienten in gesunden Tagen pneumatometrisch untersucht zu haben, also seine normale Inspirationskraft zu kennen. Dass indess letztere nicht herabgesetzt ist, wird meist unschwer erkannt, indem sie sich innerhalb der Grenzen des gesunden Personen entsprechenden Masses bewegt. Gewöhnlich hält sie sich weit über dem Minimum des gesunden, giebt also keine Veranlassung, an ihrer Sufficienz zu zweifeln.

Schwerer dagegen gelingt der Nachweis, ob die Inspirationskraft die Norm überschreitet. Dass dies in vielen Fällen von Emphysem der Fall, ist mir seit lange nicht mehr zweifelhaft, wenn ich auch vollkommen exacte Beweise dafür nicht beizubringen vermag. Völlig exact würde die Beweisführung nur dann sein, wenn ich jemand in seinen gesunden Tagen pneumatometrisch untersucht und nach Ausbildung seiner Krankheit seine Inspirationskraft gegen früher gesteigert fände. Solche Fälle kann ich nicht aufweisen. Dennoch glaube ich mich aus Wahrscheinlichkeitsgründen zu meiner Annahme berechtigt.

Gar zu oft fand ich nämlich, dass der negative Inspirationszug mancher Asthmatiker nicht nur die mittleren Werthe der Gesunden überschritt, sondern an die höchsten Grade des überhaupt von gesunden, durch Muskelkraft besonders ausgezeichneten Personen erzielbaren heranreichte. In solchen Fällen glaubte ich ein Recht zu haben, eine gesteigerte Inspirationskraft zu statuiren, auch wenn ich den Kranken in seinen gesunden Tagen nicht zu untersuchen Gelegenheit hatte. Gewöhnlich sind bei solchen Kranken die accessorischen Inspirationsmuskeln, namentlich am Halse, wo besonders die Sterno-cleido-mastoidei stark hervorragen, über die Norm entwickelt, und diese Hypertrophie der Muskeln hat sich durch häufige Uebung derselben, die bei den dyspnoëtischen Zuständen sich geltend machte, allmälig ausgebildet.

Leichtere Grade gesteigerter Inspirationskraft sind dagegen mit Sicherheit nicht zu constatiren. Man kann in manchen Fällen, in welchen die Inspirationskraft das mittlere Mass zu überschreiten scheint, das Vorhandensein eines erhöhten Inspirationszuges nur für mehr oder weniger wahrscheinlich halten.

Aus einer gesteigerten Inspirationskraft lassen sich mancherlei Schlüsse ziehen. Sie deutet an, dass die häufige Functionirung der accessorischen Inspirationsmuskeln die Kraft derselben — und wahrscheinlich auch ihr Volumen — gesteigert hat. Diese Kraftsteigerung der Inspiratoren entspricht gleichsam einer von der Natur eingeleiteten Compensation der vorhandenen Störung. Unvermögend das Ausathmungshinderniss zu überwinden, schafft die Natur eine vergrösserte Einathmungskraft, um die durch ersteres gestörte Lungenventilation vermittelst letzterer wenigstens theilweise zu verbessern. Die gesteigerte Inspirationskraft zeigt demnach einerseits an, dass die Erkrankung bereits vorgeschritten oder

wenigstens so alten Datums ist, dass zur Ausbildung der Compensation die geeignete Zeit und die geeignete Gelegenheit (häufige Dyspnoë) vorhanden war; andererseits belehrt sie uns, dass überhaupt noch eine gewisse Compensation, d. h. eine erhöhte Kraft vorhanden ist, um dem Athmungshinderniss entgegenzuwirken. Dieses Moment ist besonders für die Prognose von Wichtigkeit. Sie ist in solchen Fällen noch eine relativ gute.

Von diesem Stadium der Erkrankung wesentlich verschieden ist dasjenige, in welchem nicht nur die Exspiration, sondern auch die Inspiration insufficient ist. Es erreicht dann die Inspirationskraft nicht das Minimum der normalen, ja bleibt oft sehr erheblich hinter derselben zurück; aber trotzdem ist sie immer noch grösser als die Exspirationskraft.

Fälle, welche diesen Athmungstypus zeigen, gehören zu den schwersten, die überhaupt zur Beobachtung gelangen, und geben eine mindestens zweifelhafte oder schlechte Prognose. Ich hatte früher nur selten Gelegenheit, derartige Fälle zu sehen. Erst seitdem ich den transportablen pneumatischen Apparat in Anwendung ziehe, hat sich mir eine grosse Zahl der allerschwersten Erkrankungen zur Behandlung gestellt, und so kam ich ziemlich häufig in die Lage, den genannten Respirationstypus zu beobachten. Diejenigen Personen, welche diesen Typus darboten, hatten bereits seit langen Jahren an chronischer Bronchitis oder Asthma gelitten, waren hochgradig dyspnoëtisch, oft cyanotisch. Entweder befanden sie sich bereits in vorgeschrittenem Alter, und ihr Thorax war durch senile Veränderung starr, sehr wenig beweglich, ihre Musculatur abgemagert; oder wenn es Individuen in jugendlichen oder mittleren Lebensjahren betraf, so hatte der Thorax einen hohen Grad von Ektasie erreicht und war dadurch gleichfalls wenig ausdehnbar. Die Percussion ergab in solchen Fällen oft nicht mehr den tiefen sonoren Schall, wie er in den gewöhnlichen Fällen des Emphysems gehört wird, sondern über der ganzen Lunge oder über grösseren Partien derselben einen etwas hohen, leicht gedämpften Schall — höchst wahrscheinlich bewirkt durch übermässige Spannung der Brustwand und des Lungenparenchyms.

Ich kann zwar nicht mit Sicherheit behaupten, dass die eben angedeuteten Fälle mit dem charakteristischen Respirationstypus nothwendig immer solche waren, in welchen bereits die schweren pathologisch-anatomischen Veränderungen des Lungenparenchyms

sich ausgebildet hatten; denn für eine solche Behauptung müssten mir zahlreiche Sections-Ergebnisse zur Seite stehen, und zu diesen hatte ich bei Emphysematikern, die ich behandelt und pneumatometrisch untersucht hatte, nur selten Gelegenheit. Das aber darf ich auch ohne Sectionen, nur urtheilend nach dem Symptomen-Complex und den Erfolgen der Behandlung, aussprechen, dass solche Fälle die schwersten sind, welche uns in der Praxis begegnen, und dass schon hieraus es mehr als wahrscheinlich wird, dass auch die pathologisch-anatomischen Veränderungen in ihnen nicht fehlen. Bei Emphysematikern, die ich in der Charité mit derartig hochgradigen Symptomen zu beobachten Gelegenheit hatte, und die zur Autopsie gelangten, wurden in der That die vorgeschrittenen anatomischen Läsionen niemals vermisst.

Diese Fälle zeigen uns direct, dass in diesem Grade der Krankheit die exspiratorische Insufficienz nicht nur nicht durch erhöhte Inspirationsthätigkeit compensirt, sondern dass umgekehrt das Athmungshinderniss durch die gleichfalls insufficiente Inspiration noch vermehrt wird. Es entspricht dies gleichsam dem Stadium der Compensationsstörung bei Herzkranken.

Neben der Pneumatometrie giebt es noch ein anderes Hülfsmittel, welches uns über die Diagnose des Stadiums der Erkrankung und demgemäss auch über die Prognose aufzuklären vermag, dies ist der transportable pneumatische Apparat. Wir werden bei Besprechung desselben sehen, dass wir wichtige diagnostische Schlüsse daraus zu ziehen vermögen, ob es uns gelingt, mittelst Luftverdünnung ein grosses oder kleines Quantum Residualluft den Lungen zu entziehen. Dieses Ergebniss zusammen mit dem nicht zu vernachlässigenden der Spirometrie und dem der Pneumatometrie gestattet uns eine ziemlich sichere Diagnose über die Schwere der vorliegenden Erkrankung.

Wir sehen demnach, dass den verschiedenen Graden des Emphysems die drei abnormen Respirationstypen der ersten Gruppe entsprechen, und dass wir in dem Pneumatometer zur Erkennung des Emphysems überhaupt und zur Beurtheilung seines Grades ein wichtiges Hülfsmittel gewonnen haben, an dem es uns bisher gefehlt hat. Ich will hiermit keineswegs behaupten, dass die drei abnormen Respirationstypen mit den oben skizzirten drei Stadien des Emphysems sich vollkommen decken, um so weniger als diese letzteren ja allmälig in einander übergehen und bei demselben Kranken neben einander in verschiedenen Abschnitten der Lunge bestehen können. Deshalb wählte ich den Ausdruck „Grade“ an-

statt „Stadien“. Je mehr das dritte Stadium in den Lungen überwiegt, um so höher ist der Grad der Veränderung.

Ich begnüge mich an dieser Stelle damit, nur wenige Beispiele kurz anzuführen. In der Casuistik des therapeutischen Theiles werden weitere zu finden sein.

1. Lurline. Vgl. oben p. 51.

2. Fr.. Lehrer. 51 Jahre alt, mittelgross. mit gut gewölbter Brust, leidet seit seinem 15. Lebensjahre an chronischem Bronchialcatarrh, Athemnoth nur bei starken Bewegungen. Gegenwärtig keine Dyspnoë. Percussion ergiebt nichts abnormes; bei der Auscultation hört man überall am Thorax vesiculäres Athmen mit pfeifender Exspiration.

Vitale Lungencapacität 2000 Ccm.
Inspirationszug in maximo 120 Mm., erhalten einige Secunden auf 100 Mm.
Exspirationsdruck in maximo 80 Mm., mit Mühe erhalten auf 70 Mm.

3. Lsr., Kaufmann, 36 Jahre alt, mittelgross, mässig kräftig. Seit 8 bis 10 Jahren öfter vorübergehend Husten. Häufig Beklemmung beim Gehen und besonders Kurzathmigkeit beim Treppensteigen. Untere Lungengrenzen sind um die Breite eines Intercostalraums erweitert, Herz überdeckt. Ueberall reines vesiculäres Athmen, an den unteren Partien sparsames Rasseln.

Vitale Lungencapacität 3400 Ccm.
Inspirationszug 150 Mm.
Exspirationsdruck 120 -

4. Lpk , Kaufmann, 49 Jahre alt. Schwächliche Constitution. Mittlere Grösse. Seit ca. 10 Jahren Husten mit häufigen dyspnoëtischen Zuständen von 4 — 14 Tagen Dauer. Lungen über ihre normalen Grenzen ausgedehnt. Ueberall leises vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Brustumfang 88 Ctm. Ausdehnung desselben bei tiefer Inspiration 1 Ctm.

Vitale Lungencapacität 2000 Ccm.
Inspirationszug 120 Mm.
Exspirationsdruck 54 -

5. Frau Vgm., 29 Jahre alt. Kräftige Constitution. Vor 1 Jahre heftige Bronchitis. Seitdem häufig Luftbeklemmung, zeitweise leichten Husten. Percussion ergiebt nichts abnormes. Lungengrenzen normal. Ueberall am Thorax pfeifende Geräusche neben vesiculärem Athmen.

Inspirationszug in maximo 110 Mm.
Exspirationsdruck - - 40 -

6. v. W., Rittmeister, 30 Jahre alt, leidet seit 10 Jahren an Asthma derart, dass Patient keine Nacht bisher ohne Salpeterpapier schlafen konnte. Von Zeit zu Zeit kommen trotz des Gebrauchs der Salpeterräucherungen sehr heftige Anfälle. Für gewöhnlich kein Husten. Lungen sind bis zum Rippenrand ausgedehnt und bedecken das Herz. Ueberall am Thorax hört man reines lautes Vesiculärathmen.

Vitale Lungencapacität 2700 Ccm.
Inspirationszug 140 Mm.
Exspirationsdruck 60 -

7. Nls., Tischlermeister, 36 Jahre alt. Gross. Ziemlich kräftige Constitution. Seit 1 Jahre andauernd intensiver Husten mit hochgradiger Dyspnoë. Ektatischer Thorax. Lungen sind bis zum freien Rippenrand ausgedehnt und überdecken das Herz. Ueberall am Thorax vesiculäres Athmen und laut pfeifende Exspiration.

Vitale Lungencapacität 3000 Ccm.
Inspirationszug in maximo 140 Mm.
Exspirationsdruck - - 70 -

8. G., Stud. med., 22 Jahre alt, etwas skoliotisch, unter Mittelgrösse, von schwächlicher Constitution, leidet seit der Kindheit an asthmatischen Anfällen. Gegenwärtig freies Intervall; keine Dyspnoë.

Vitale Lungencapacität 2200 Ccm.
Inspirationszug in maximo 40 Mm., erhalten auf 30 Mm.
Exspirationsdruck - - 36 - - - 20 -

9. St., Banquier, 44 Jahre alt. Seit ca. 20 Jahren Husten mit heftigen Exacerbationen im Winter, seit 8—9 Jahren Kurzathmigkeit, besonders beim Steigen und beim Husten. Seit $^1/_2$ Jahre Dyspnoë vermehrt. Ektatischer Thorax. Lungen bis zum freien Rippenrand ausgedehnt und das Herz überdeckend. Leber und Herz herabgedrängt. Ueberall sehr sonorer Percussionsschall und sehr leises vesiculäres, an manchen Partien nur unbestimmtes Athmungsgeräusch; sowohl in den oberen wie in den unteren Lappen sparsames Pfeifen.

Vitale Lungencapacität 2400 Ccm.
Inspirationszug 40 Mm.
Exspirationsdruck 30 -

10. Frl. Fr., 17 Jahre alt. Seit 12 Jahren heftige asthmatische Anfälle; auch in den Intervallen Kurzathmigkeit. Lungen überdecken das Herz und reichen bis zum freien Rippenrand. Leber herabgedrängt. Ueberall lautes Pfeifen am Thorax. Dyspnoë.

Vitale Lungencapacität 800 Ccm.
Inspirationszug 32 Mm.
Exspirationsdruck 22 -

11. Ntpsch., Zimmergeselle, 55 Jahre alt. Seit 10 Jahren Husten mit immer mehr zunehmender Kurzathmigkeit, die sich seit Jahren regelmässig Nachts zur Orthopnoë und zu ausgebildeten asthmatischen Anfällen steigert, ihn auch am Tage bei jeder Bewegung quält und den Kranken seit 2 Jahren völlig arbeitsunfähig macht. Abmagerung. Supra- und Infraclaviculargruben eingesunken; Sterno-cleido-mastoidei stark prominirend. Die Lungen reichen bis zum Rippenrand und überdecken das Herz. Dieses sowie die Leber sind beträchtlich herabgedrängt. Leichte Dämpfung beiderseits oben unter der Clavicula neben dem Sternum. Ueberall am Thorax kaum vernehmbares vesiculäres Athmungsgeräusch mit pfeifender Exspiration und Rasseln. Herztöne

rein, laut. Brustumfang 84 Ctm. Erweiterung desselben bei tiefer Inspiration um 3 Ctm.

Vitale Lungencapacität 1600 Ccm.
Inspirationszug 40 Mm.
Exspirationsdruck 24 -

12. Schlm., 60 Jahre alt. Seit 10 Jahren asthmatische Anfälle mit oder ohne Husten. Schwäche. Abmagerung. Langer Thorax. Supra- und Infraclaviculargrube stark hervortretend; Schall daselbst nicht so vollkommen sonor wie an den unteren Partien. Rechte Lunge reicht bis zum freien Rippenrand, Leber herabgedrängt. Grenzen der linken Lunge normal, Herz nicht überdeckt. Ueberall am Thorax sehr leises vesiculäres oder selbst unbestimmtes Athmen; rechts unten etwas Schnurren. Sterno-cleido-mastoidei stark entwickelt und prominirend. Brustumfang 85 Ctm., Ausdehnung desselben bei tiefer Inspiration nur um 1 Ctm.

Vitale Lungencapacität 2100 Ccm.
Inspirationszug 70 Mm.
Exspirationsdruck 75 -

Dies ist einer der wenigen von mir beobachteten Fälle, welche dem Anschein nach eine Ausnahme von der Regel machen. Wahrscheinlich befindet sich der Kranke im Stadium der Compensationsstörung. Die stark entwickelte Halsmusculatur lässt wenigstens vermuthen, dass die Inspirationskraft früher mindestens normal, wenn nicht selbst über die Norm erhöht war. Mit der allgemeinen Abmagerung und Schwäche ist auch die Inspirationskraft insufficient geworden. — Ob übrigens nicht in diesem Falle neben dem Emphysem sich auch Verdichtungsherde in den Lungen befinden, welche die Insufficienz der Inspiration bedingen, lasse ich dahin gestellt, halte es aber für mindestens wahrscheinlich.

13. v. Sbd., 33 Jahre alt. Seit 1 Jahr mässiger Husten mit Schleimauswurf, Beklemmung beim Steigen, zuweilen Druck und Schmerz auf der Brust. Seit $1^3/_4$ Jahren häufige asthmatische Anfälle leichter Art. Die Untersuchung ergiebt bei der Percussion nichts abnormes; vollkommen normale Lungengrenzen. Ueberall vesiculäres Athmen, an den unteren Partien ziemlich leise. Linkerseits hinten unten und seitlich Pfeifen. Leichte Laryngitis.

Vitale Lungencapacität 3500 Ccm. bei einer Körpergrösse von ca. 190 Ctm.
Inspirationszug bei forcirter Athmung 120 Mm.
Exspirationsdruck - - - 100 -
Inspirationszug bei langsamer Athmung 80—90 Mm.
Exspirationsdruck - - - 70—80 -

Bei Einschaltung des Hahns, gleichgültig ob bei forcirter oder langsamer Athmung, wenn dieselbe nur vollkommen tief ist:

Inspirationszug 80 Mm.
Exspirationsdruck 70 -

In diesem Falle zeigt also nur das Pneumatometer das Emphysem an, während die übrigen Untersuchungsmethoden im Stiche lassen.

Alle Autoren, welche nach mir das Verhalten der Athemkraft bei Emphysem prüften, sind im grossen und ganzen zu Resultaten, die den meinigen analog sind, gelangt. Ich hebe ganz besonders hervor, dass auch Biedert die Exspirationskraft bei Emphysem sehr wesentlich herabgesetzt fand, obgleich die von ihm angegebenen Ziffern meist noch die Exspirationskraft grösser erscheinen lassen als den Inspirationszug. Dies rührt davon her, dass, wie wir gesehen, Biedert mit seiner Mundmaske viel höhere Exspirationswerthe erhält als bei den sonstigen Methoden der Athmung.

Phthisis pulmonum.

Ganz entgegengesetzt wie das Emphysem verhält sich die Lungenschwindsucht. Hier leidet immer zunächst die Inspirationskraft, während die Exspirationskraft entweder nahezu normal oder mindestens doch, dem normalen Verhältniss entsprechend, grösser bleibt als die Inspirationskraft. Es kommen hier demgemäss die abnormen Respirationstypen, welche wir als zweite Gruppe zusammengefasst haben — im Gegensatz zur ersten Gruppe, welche beim Emphysem auftritt —, zur Geltung. Der am Pneumatometer abzulesende Respirationstypus bei der Phthisis ist hiernach dem Emphysem gegenüber so charakteristisch, dass man schon aus dem pneumatometrischen Ergebniss allein eine Wahrscheinlichkeits-Diagnose zu stellen und dasselbe in zweifelhaften Fällen zur Differential-Diagnose zwischen beiden Krankheiten zu verwerthen im Stande ist. Ich habe eine ziemlich grosse Zahl von Fällen zu verzeichnen, in welchen Percussion und Auscultation im Stich liessen, wenigstens keine sichere Entscheidung brachten, ob Phthisis oder Bronchitis mit oder ohne Emphysem vorlag, und wo ich erst auf Grund der pneumatometrischen Untersuchung die Diagnose festzustellen wagte. Ich glaube, dass einem jeden, der gewissenhaft prüft, derartige zweifelhafte Fälle gar nicht selten begegnen werden, und je mehr man sich die Unzulänglichkeit der übrigen Untersuchungsmethoden für eine Reihe von Fällen zugesteht, desto höher muss man den Werth einer neuen Methode schätzen, welche weitere Gesichtspunkte für die Differential-Diagnose eröffnet.

Die verschiedenen Formen der Lungenphthisis ergeben am Pneumatometer das gleiche Resultat, das nur dem Grade nach verschieden ist. Selbst wenn die Erkrankung noch erst im Entstehen ist, und Auscultation so wie Percussion nur noch geringe

oder selbst zweifelhafte Abnormitäten nachweist, vermag oft schon das Pneumatometer über die vorhandene Erkrankung aufzuklären. Man findet dann einen abnorm niedrigen Inspirationszug, der das Minimum des normalen knapp erreicht oder meistentheils unter demselben mehr oder weniger zurückbleibt, er beträgt etwa 40 bis 70 Mm. bei forcirter Inspiration, kaum 30—50 Mm. bei langsamer Inspiration. Der Exspirationsdruck kann unter solchen Umständen in den Grenzen des normalen sich bewegen, oder überragt mindestens den Inspirationszug wesentlich, er misst im Mittel etwa 70 bis 90 Mm. bei forcirter, 50 bis 70 Mm. bei langsamer Athmung.

Ist die Krankheit vorgeschritten, sind grössere Lungenpartien verdichtet, so wird die Insufficienz der Inspiration immer auffälliger und kann selbst zu einem ausserordentlich niedrigen Grade, sogar bei forcirter Inspiration bis 20 bis 10 bis 5 Mm., herabgehen. Die Exspiration leidet in solchen Fällen mit, d. h. sie wird absolut gegen das normale herabgesetzt und erreicht selten das Minimum des gesunden; relativ dagegen bleibt sie im normalen Verhältniss zur Inspiration und übertrifft diese stets ungefähr in gleicher Proportion wie im gesunden Zustande. Hierdurch unterscheidet sich die vorgeschrittene Phthisis von den schweren Formen des Emphysems. Bei letzteren sahen wir gleichfalls sowohl Inspiration wie Exspiration insufficient werden, letztere aber stets mehr als erstere; bei der Phthisis dagegen verhält es sich umgekehrt: von der wenn auch insufficienten Exspiration wird immer noch an Kraft die Inspiration übertroffen.

Im grossen und ganzen steht die Insufficienz der Inspiration in einem gewissen Verhältniss zu der Intensität der Lungenerkrankung und dem Grade der vorhandenen Abmagerung, so dass die letzten Stadien der Phthisis gewöhnlich die absolut niedrigsten Werthe für die In- und Exspiration anzeigen: in vielen derartigen Fällen beobachtete ich einen negativen Inspirationsdruck von nur 5—10 Mm. und dem entsprechend einen positiven Exspirationsdruck von 10—20 Mm. Im speciellen jedoch ist das obige Verhältniss nicht immer ersichtlich. So beobachtete ich gar nicht selten in frühen Stadien der Phthisis, wenn die Abmagerung noch kaum erkennbar und die übrige physikalische Untersuchung nur sehr beschränkte krankhafte Herde in den Lungen nachweisen konnte, bereits abnorm niedrige pneumatometrische Werthe; das gleiche sah ich zuweilen in Fällen retrograder Phthise, oft selbst,

wenn seit Monaten oder Jahren irgend ein erhebliches Symptom der Erkrankung sich nicht mehr gezeigt hatte, der Patient an Kraft, Körpergewicht und Musculatur nahezu zur Norm zurückgekehrt war, und nur noch eine leichte Dämpfung an einem oder beiden oberen Lungenlappen den abgelaufenen Process nachwies. In einigen derartigen Fällen wurde ich überhaupt erst durch das pneumatometrische Resultat auf eine vor langen Jahren vorhergegangene und bereits völlig abgelaufene Lungenaffection aufmerksam gemacht, welche dann durch die Anamnese und die Percussion bestätigt wurde.

Ganz besonders würde man irre gehen, wenn man das Hauptgewicht auf die Abmagerung legen wollte. Allerdings wirkt diese zur Herabsetzung der pneumatometrischen Werthe mit, aber bei weitem nicht in dem Grade wie die Affection des Lungenparenchyms selbst. Abgesehen davon, dass sehr magere, wenig musculöse Menschen mit gesunden Lungen eine normale und oft selbst relativ grosse In- und Exspirationskraft am Pneumatometer entwickeln, beobachtete ich auch an Phthisikern, dass solche, die kaum abgemagert und noch im Besitze einer guten Thoraxmusculatur waren, der Ausdehnung ihrer Lungenaffection entsprechend sehr niedrige pneumatometrische Werthe ergaben, während nicht selten andere, bereits hochgradig abgemagert, aber mit weniger ausgedehnten krankhaften Herden, mehr Kraft bei der In- und Exspiration anzeigten. Im letzten Stadium der Phthisis freilich, wenn allgemeine Körperschwäche eingetreten und die Gesammtmusculatur einer wenn auch nur sehr wenig anstrengenden Leistung überhaupt nicht mehr fähig ist, dann vermögen auch die Athemmuskeln am Pneumatometer nur einen sehr geringen Ausschlag zu geben, oder sie sind überhaupt nicht mehr geeignet, auch nur den geringsten Druck oder Zug auszuüben; dann versagt die Pneumatometrie ganz.

Da die pneumatometrischen Werthe bei gesunden innerhalb weiter Grenzen schwanken, so kann es vorkommen, dass jemand noch eine innerhalb der normalen sich bewegende Athemkraft zeigt, und dennoch diese gegen den gesunden Zustand des betreffenden Individuums sich vermindert hat. Solche Fälle bilden die scheinbaren Ausnahmen von der Regel, aber nur scheinbar, weil man das gesunde Mass der betreffenden Personen nicht kennt. Man sollte a priori annehmen, dass diese Ausnahmefälle häufig

sein müssten: hat jemand beispielsweise in gesunden Tagen eine Inspirationskraft von 120 Mm. und eine Exspirationskraft von 150 Mm., so wäre eine Herabsetzung dieser Werthe auf 80 resp. 100 Mm. immer schon bedeutend genug, und dennoch bewegen sich dieselben noch in den Grenzen des normalen, sind also nicht direct als abnorme zu erkennen. Die Erfahrung belehrte mich indess, dass solche Fälle nur als seltene Ausnahmen auftreten, und dass gewöhnlich schon die geringfügigsten Lungenaffectionen die Inspirationskraft unter das Minimum des normalen herabsetzten. Leicht erklärlich wird diese Thatsache wohl durch die Erwägung, dass zur Phthisis disponirte Individuen gewöhnlich schon in gesunden Tagen die unteren Stufen der normalen Werthe einnehmen, also eine Verminderung der letzteren sich sehr bald durch das Heruntergehen unter das Minimum markiren muss. Acquiriren sehr kräftige Personen die Lungenschwindsucht, so kann es bei diesen schon eher vorkommen, dass ganz im Anfang der Erkrankung die Inspirationskraft zwar noch nicht unter die normale herabgegangen, aber nichts desto weniger gegen früher bereits insufficient geworden ist.

Die häufigsten Ausnahmen von der Regel bilden solche Kranke, welche mit dem transportablen pneumatischen Apparate behandelt wurden. Bei den meisten der Kranken wird im Verlaufe der Behandlung sowohl die Inspirations- wie die Exspirationskraft gesteigert, und diese Steigerung ist oft so erheblich, dass die anfangs sehr insufficiente In- und Exspirationskraft sich bis zu den Grenzen des normalen, ja oft sogar bis zu den mittleren Werthen gesunder Personen emporhebt. Zwar geht mit dieser Steigerung der Athmungskraft, besonders wo diese bis zur Norm gehoben wird, fast regelmässig auch eine mehr oder weniger bedeutende Besserung des Allgemeinbefindens und der meisten krankhaften subjectiven Symptome einher, und oft genug konnte ich auch objectiv durch Percussion, Auscultation und Inspection des Thorax die wesentliche Besserung nachweisen. Aber dennoch konnten die Kranken nicht als völlig geheilt betrachtet werden, obwohl das Pneumatometer bereits normale Werthe zeigte. Die Steigerung der Athemkraft hat eben in Folge der Behandlung die Besserung der übrigen Symptome überholt, und sie darf deshalb nicht als ein für sich allein ausreichender Massstab der Beurtheilung benutzt werden.

Aehnlich wie der pneumatische Apparat wirkt nur noch nach meiner Erfahrung der Aufenthalt im Höhenklima, durch welchen gleichfalls die pneumatometrischen Werthe gesteigert werden, aber doch bei weitem nicht in so hohem Masse und in so kurzer Zeit, wie bei Anwendung des ersteren. Selten fand ich bei gebesserten Phthisikern, die so eben aus dem Höhenklima kommend, von mir untersucht wurden, ein pneumatometrisches Ergebniss, welches das Minimum mehr als nur sehr wenig übertraf. Ich hatte Gelegenheit, Phthisiker vor und nach dem Gebrauch des Höhenklimas zu untersuchen und auf diese Weise das vorliegende Verhältniss besonders exact zu prüfen.

Von anderen Behandlungsmethoden, auch wenn der Zustand durch dieselben, oder auch ohne sie spontan gebessert wurde, habe ich eine irgend wie nennenswerthe Steigerung der Athmungskraft nicht beobachtet. Ich hatte dies in früheren Jahren, als ich die pneumatische Behandlung noch nicht ausübte und doch bereits viel am Pneumatometer experimentirte, vielfach zu constatiren Gelegenheit, und ich habe bereits oben bemerkt, dass in Fällen, in welchen das Lungenleiden bereits seit längerer Zeit abgelaufen war, doch meist noch die Athmungsinsufficienz sich feststellen liess.

Bei der Benutzung der pneumatometrischen Werthe zur Diagnose der Phthisis muss man auf diese Verhältnisse sehr wohl Rücksicht nehmen und einen besonderen Massstab der Beurtheilung an diejenigen Fälle legen, in welchen eine direct auf die Stärkung der Athmungskraft hinzielende Behandlung (pneumatischer Apparat, Höhenklima, wahrscheinlich auch Brustgymnastik) vorhergegangen ist.

Wenn von manchen Seiten, z. B. von Fischl, die Ausnahmen von der von mir aufgestellten Regel allzu sehr hervorgehoben wurden, so muss zunächst betont werden, dass ich selbst zuerst ohne jeden Rückhalt auf diese scheinbaren Ausnahmen aufmerksam gemacht habe. Ich kann von diesen Ausnahmen nur dasselbe wiederholen, was ich beim Emphysem (p. 55) aussprach. Construirt man sich aus den pneumatometrischen Zahlen eine Schablone, um bequem damit zu handhaben, und vergisst das Wesen der Sache, so wird man Ausnahmen genug finden. Geht man aber diesen Ausnahmen auf den Grund, so wird man meist zu Thatsachen gelangen, welche dieselben erklären. Hierdurch verschaffen uns gerade diese auf den ersten Blick verwirrenden Ausnahmen neue Belehrung.

Beispiele:

1. Gs., Kaufmann. 26 Jahre alt, mittelgross, ziemlich kräftig gebaut. Brust gut gewölbt. Vor $1^1/_2$ Jahren geringes Blutspeien, ohne darauf folgen-

den Husten oder sonstige Beschwerden. Vor 5 Monaten Husten, der später (im Sommer) milder wurde und vor kurzem (im Herbst) wieder exacerbirte. Beiderseits oben Percussionsschall geringfügig gedämpft, daselbst mittelblasiges Rasseln bei vesiculärem Athmungsgeräusch. Kein Fieber; keine sichtliche Abmagerung.

Vitale Lungencapacität 3100 Ccm.
Inspirationszug in maximo 60 Mm., erhalten auf 30 Mm.
Exspirationsdruck - - 80 - - - 50 -

2. Schn., Kaufmann, 30 Jahre alt. Seit 5 Monaten Husten, seit 2 Monaten in verstärktem Grade, vor 10 Tagen Haemoptysis. Geringe Abmagerung. Mässiges Schwächegefühl. Kein Fieber, keine Dyspnoë. Leichte Dämpfung rechts oben, vorn sowohl wie hinten; geringfügige Dämpfung auch links oben neben dem Sternum. Rechts oben bronchiales Athmen, vorn mit Crepitiren, hinten mit Rasseln. Links oben vesiculäres Athmen und etwas Rasseln.

Vitale Lungencapacität 2500 Ccm.
Inspirationszug 50 Mm.
Exspirationsdruck 100 -

3. Md., Schlosser, 50 Jahre alt. Seit ca. 8 Jahren häufig Husten, seit $1^1/_2$ Jahren fast andauernd, mit öfterer Haemoptysis. Früher kräftig gewesen, jetzt Abmagerung. Dyspnoë. Kein Fieber. Starke Dämpfung rechts oben, geringere auch links oben. An den gedämpften Stellen theilweise bronchiales Athmen. Rasseln und Pfeifen.

Vitale Lungencapacität 1600 Ccm.
Inspirationszug 30 Mm.
Exspirationsdruck 60 -

4. Brt., Arbeiter, 49 Jahre alt. Ursprünglich ziemlich kräftige Constitution. Seit 3 Monaten starker Husten, Abmagerung. Vor 4 Wochen Haemoptysis. Objective und subjective Dyspnoë. Beiderseits oben Dämpfung, unbestimmtes Athmungsgeräusch, Pfeifen.

Vitale Lungencapacität 2850 Ccm.
Inspirationszug 50 Mm.
Exspirationsdruck 64 -

5. Kp., Barbier, 30 Jahre alt, ziemlich gross, schlank, mit wenig gewölbter Brust. Seit $^3/_4$ Jahren an fieberlos verlaufender käsiger Pneumonie in beiden oberen Lungenlappen leidend.

Vitale Lungencapacität 3300 Ccm.
Inspirationszug in maximo 20 Mm., auf welcher Höhe die Quecksilbersäule nur mit Mühe kaum 1 Secunde erhalten werden kann.
Exspirationsdruck 60 Mm., wird ca. 2 Secunden auf dieser Höhe erhalten.

6. Hr., Gewerbe-Academiker, 24 Jahre alt, mittelgross. Seit 2 Jahren krank. Vorgeschrittene Phthisis. An beiden Lungenspitzen erhebliche Dämpfung in ziemlich grosser Ausdehnung, bronchiales Athmen daselbst. Starke Abmagerung. Leichtes Fieber. Objective Dyspnoë.

Vitale Lungencapacität 1600 Ccm.
Inspirationszug in maximo 20 Mm., erhalten auf 16 Mm.
Exspirationsdruck - - 60 - - - 56 -

7. It., Cigarrenarbeiter, 28 Jahre alt. Vor 4 Jahren Haemoptysis ohne weitere Folgen. Kräftig gebaut, von ziemlich grossem Wuchs, gut gewölbter Brust. Sehr geringfügige Dämpfung und unbestimmtes Athmungsgeräusch rechts oben neben dem Sternum. Patient kam wegen einer Laryngitis in meine Behandlung; die Lungenaffection macht gegenwärtig keinerlei Symptome und kann als geheilt betrachtet werden.

Vitale Lungencapacität 3900 Ccm.
Inspirationszug in maximo 30 Mm., erhalten auf 24 Mm.
Exspirationsdruck - - 40 - - - 32 -

8. Rl., Gürtler, 29 Jahre alt. Vorgeschrittene Phthisis pulmonum et laryngis. Angeblich seit der Kindheit belegte Stimme und erst seit 5 Monaten starke Heiserkeit und Husten. Abmagerung und grosse Blässe. Dyspnoë. Beiderseits die oberen Partien des Thorax eingesunken, wölben sich wenig bei tiefer Inspiration; starke Dämpfung und bronchiales Athmen beiderseits. Rechts oben neben dem Sternum bruit de pot fêlé.

Inspirationszug 20 Mm.
Exspirationsdruck 32 -

9. Frl. Vl., 25 Jahre alt, klein, untersetzt, nicht merklich abgemagert. Seit 3 Jahren chronische Pneumonie beider oberen Lungenlappen; besonders starke und ausgedehnte Dämpfung am linken oberen Lappen, nur geringe am rechten. Links oben bronchiales Athmen und Knisterrasseln. Rechts oben leises vesiculäres Athmen. Seit ca. 2 Jahren mit wenigen Unterbrechungen chronische Haemoptysis. Zum öfteren an Pleuritis sicca, die immer schnell vorübergegangen, gelitten. Kein Fieber.

Vitale Lungencapicität 1200 Ccm.
Inspirationszug in maximo 15 Mm.
Exspirationsdruck - - 30 -

10. Frau Mn., 29 Jahre alt. War immer schwächlich. Seit 2 Jahren Phthisis, im Beginn der Erkrankung Haemoptysis. Beide oberen Lungenlappen sind verdichtet, der rechte in grösserer Ausdehnung als der linke. Ziemlich grosse Abmagerung und Schwäche. Kein Fieber.

Vitale Lungencapacität 500 Ccm.
Inspirationszug 8 Mm.
Exspirationsdruck 12 -

Erklärung der pneumatometrischen Ergebnisse.

In folgendem will ich versuchen, die Ergebnisse der Pneumatometrie, wie wir sie bei gesunden einerseits, bei Emphysematikern und Phthikern andererseits erhielten, mit Rücksicht auf die in Betracht kommenden physicalischen Kräfte zu erklären und daraus

allgemeine Gesichtspunkte für die pneumatometrische Diagnostik abzuleiten.

Der Inspirationszug sowohl wie der Exspirationsdruck ist ein Produkt verschiedener Factoren, von denen einzelne einen positiven, andere einen negativen Werth haben. Diese Factoren sind: 1. die Musculatur, 2. die Lungenelasticität, 3. die Widerstände von Seiten der Brustwand, des Inhalts der Brust und ihrer Umgebung.

Bei der Inspiration bildet die gesammte für die forcirte Einathmung in Function tretende Musculatur den einzigen postiven Faktor. Die Muskelkraft hat einerseits der Elasticität des Lungengewebes entgegenzuarbeiten, welche sich der Ausdehnung widersetzt; andererseits hat sie Widerstände zu überwinden, welche sich der Formveränderung des Thorax entgegenstemmen. Diese Widerstände sind hauptsächlich die Schwerkraft der Thoraxwandung, welcher entgegen die Rippen gehoben werden, die Form- und Lageveränderung, welcher der Thorax und sein Inhalt — Lungen, Herz, Gefässe, Pleura — durch die Erweiterung des Brustkastens ausgesetzt wird, auch die Elasticität der Thoraxwandung, ferner die Druckdifferenz der äusseren Atmosphäre gegen die etwas verdünnte Luft im Inneren der Lunge, endlich die im Abdomen zu überwindende Spannung, die dem Herabtreten des Zwerchfells sich widersetzt.

Anders verhält es sich bei der Exspiration. Hier giebt gleichfalls die der forcirten Ausathmung dienende Musculatur einen Hauptfactor des zu stande kommenden Druckes. Aber die anderen Momente, welche der Inspiration sich entgegenstemmten, wirken bei der Exspiration ganz im Gegentheil befördernd. Die Lungenelasticität kommt der Exspiration zu Hilfe, ihre Kraft erhöhend; ebenso wird durch die Schwerkraft und die übrigen genannten Widerstände die Ausathmung unterstützt, indem die aus ihrer Gleichgewichtslage gebrachten Theile von selbst in dieselbe zurückzukehren streben. Nur bei forcirter Exspiration, bei welcher der Thorax über seine Gleichgewichtslage hinaus zusammengepresst wird, kommen manche neue Widerstände — Exspirationswiderstände im Gegensatz zu den Inspirationswiderständen — zur Geltung, während die Lungenelasticität auch hier dauernd befördernd wirkt.

Für die Inspiration bildet also die Muskelkraft den einzig positiven, die Lungenelasticität und die Wider-

stände die negativen Factoren; bei der Exspiration hingegen haben alle drei Factoren einen positiven Werth, und es kommt nur ein relativ kleiner negativer Factor für den Exspirationswiderstand hinzu.

Nennen wir die Kraft der Inspirationsmusculatur m, die der Exspirationsmusculatur m′, die Wirkung der Lungenelasticität von tiefster Inspirationsstellung bis zur gewöhnlichen Exspirationsstellung e und bis zur forcirten Exspirationsstellung e′, die Inspirationswiderstände w, die Exspirationswiderstände w′, so können wir uns schematisch folgende Formeln construiren:

Inspirationszug nach gewöhnlicher Exspiration $= m - e - w$.
Inspirationszug nach forcirter Exspiration $= m - e' - w + w'$.
Exspirationsdruck $= m + e' + w - w'$.

Da nun nach meinen oben mitgetheilten Erfahrungen das pneumatometrische Ergebniss für den Inspirationszug ziemlich gleich ist, ob demselben eine forcirte oder gewöhnliche Exspiration vorangegangen ist, so folgt:

$$m - e - w = m - e' - w + w';$$
$$\text{also } e = e' - w';$$
$$\text{oder } w' = e' - e,$$

d. h. mit Worten: die Grösse der für die forcirte Exspiration eintretenden Widerstände entspricht gerade dem Zuwachs an Elasticitätskraft, welche von der gewöhnlichen zur forcirten Exspirationsstellung hinzutritt.

Setzen wir in die oben für den Exspirationsdruck gegebene Formel gleichfalls $e = e' - w'$, so erhalten wir:

$$\text{Exspirationsdruck} = m' + e + w,$$

diesem entspricht der

$$\text{Inspirationszug} = m - e - w.$$

Die Grösse der einzelnen hier in Betracht kommenden Coefficienten ist bisher noch nicht festgestellt. Nur über den wichtigsten derselben, die Lungenelasticität, liegen exacte Beobachtungen an Thieren und menschlichen Leichen vor. Bekannt sind ausser den oben mitgetheilten (p. 2) ersten Versuchen von Hales die Experimente von Donders, zu welchen in neuester Zeit sehr bemerkenswerthe Untersuchungen von Perls, Küss, Leyden und Quincke hinzugekommen sind. Perls macht zugleich auf eine alte Arbeit von Carson (aus dem Jahre 1819) aufmerksam, der hierauf bezügliche Beobachtungen veröffentlicht hat.

Carson fand, dass die Lungenelasticität beim Ochsen bei weitem die Kraft übersteige, welche einer Wassersäule von $1^1/_2$ Fuss Höhe (= ca. 36 Mm.

Quecksilber) das Gleichgewicht halte; bei Kälbern, Schafen und grossen Hunden betrug dieser Werth 1—$1^1/_2$ Fuss Wasserhöhe = 24—36 Mm. Hg.

Donders mass an menschlichen Leichen, deren Trachea er mit einem Manometer luftdicht in Verbindung brachte, den Druck, welchen beim Oeffnen des Thorax die Lunge vermöge ihrer Elasticität, indem sie sich zu retrahiren versucht, ausübt. Er fand diesen Werth von 30—70 Mm. Quecksilberhöhe schwankend glaubt jedoch nicht, dass hiermit das wahre Maximum der wirklichen Elasticitätskraft der Lungen erreicht sei; denn von den 11 Leichen, an denen er experimentirte, hatte keine einzige vollkommen gesunde Lungen. Donders schätzt die Elasticität der Lungen nach gewöhnlicher Ausathmung, d. h. von der Leichenstellung des Thorax bis zum völligen Collabiren, auf 80 Mm.

Perls experimentirte in gleicher Weise wie Donders an 100 Leichen, bei denen die verschiedensten Erkrankungen zu Grunde lagen, um den Einfluss der Krankheiten auf den Elasticitätscoefficienten zu prüfen. Wir kommen auf Einzelheiten dieser Untersuchungen zurück und bemerken hier nur, dass die Kraft, mit welcher beide Lungen nach Eröffnung des Thorax zu collabiren strebten, zwischen 0 und 66 Mm. Hg. schwankte, dass also der von Perls gefundene Maximalwerth sich von dem Donders'schen wenig unterscheidet, und dass auch Perls die Schätzung von 80 Mm. für den Elasticitätscoefficienten vollkommen gesunder Lungen angemessen hält.

Von diesem an Leichen zu erzielenden Resultat vollkommen verschieden ist der Elasticitätscoefficient, welcher am lebenden in Wirksamkeit tritt. An der Leiche wird die Kraft gemessen, mit welcher sich die bis zur Exspirationsstellung retrahirte Lunge von dieser Stellung bis zum vollständigen Collabiren zusammenzuziehen sucht. Am lebenden dagegen ist die Elasticitätskraft zu messen, welche beim Zusammenziehen der Lungen von der tiefsten Inspirationsstellung bis zur forcirten Exspirationsstellung zur Geltung kommt; über diese Stellung hinaus findet die Elasticitätswirkung ihre Schranke in dem Widerstande, welchen die Brustwand einer weiteren Zusammenziehung entgegensetzt. Es kommt demnach am lebenden nur ein Bruchtheil der an der Leiche messbaren Elasticitätskraft zur Wirkung. Donders schätzt nach Versuchen an aufgeblasenen Leichenlungen den Elasticitätscoefficienten auf 30 Mm. Hg. in maximo.

A. Küss machte seine Experimente an lebenden Thieren, derart, dass er in die geöffnete Trachea eine Röhre einband, die er nach Belieben mit der äusseren Luft oder mit einem Manometer in Verbindung bringen konnte. Sodann legte er die Abdominalhöhle frei und öffnete von dieser aus durch das Zwerchfell die Brusthöhle. Es werden dadurch die Kräfte der Bauchmuskeln und des Zwerchfells aus den Versuchsresultaten ausgeschaltet. Vor dem Brststich lässt K. die Thiere ruhig aus der Atmosphäre athmen; erst mit dem Moment der Thoraxöffnung wird die Trachea mit dem Manometer in Verbindung gebracht.

An einem kräftigen mittelgrossen Hunde kam nun K. zu folgendem Resultat: Die Thoraxhöhle wurde in completer Inspirationsstellung geöffnet, es ergab sich in maximo ein Druck von 60 Mm. Hg. Nach Entleerung der Lungen wurden dieselben durch Insufflation von Luft wieder gefüllt, aber nur so

weit, dass sie die Brustwand kaum berührten. Druck 20 Mm. Nach Einblasung bis zur Exspirationsstellung Druck 26 Mm. Nach completer, nicht forcirter Einblasung Druck 62 Mm.; nach möglichst forcirter Insufflation 122 Mm., nach sehr leichter Einblasung 4 Mm.

Der Werth von 60 Mm. Hg. entspricht demnach der Kraft der Lungenelasticität plus Elasticität der Thoraxwandung in der Inspirationsstellung; 26 Mm. der Kraft der Lungenelasticität in der Exspirationsstellung. Es bleibt demnach ein Rest von 34 Mm. für die beim lebenden Hunde in Wirksamkeit tretende Elasticitätskraft zwischen äusserster Inspirations- und Exspirationsstellung — ein Werth, welcher der Schätzung von Donders an menschlichen Leichenlungen (30 Mm.) ziemlich nahe kommt. Indess glaubt Küss mit Recht, dass dieser Werth den des lebenden Menschen bei weitem nicht erreicht, und dass man ihn bei diesem wohl auf mindestens 60 Mm. veranschlagen dürfte. Ist, wie wahrscheinlich, die Elasticitätskraft proportional der Summe der zur Wirkung kommenden elastischen Elemente, so dürfte die Schätzung von Küss der Wahrheit nahe kommen.

Die hohen Zahlen, welche Küss nach forcirter Einblasung erhielt, bezeichnet er als hervorgerufen durch die Intensität der ersten Luftwelle im Moment der Oeffnung des Manometerhahns; es sind dieselben, durch das Hinaufschnellen über das wirkliche Mass bewirkten Werthe, welche wir bei forcirter In- und Exspiration bereits kennen lernten. Wir ersehen aus diesem Versuche zugleich, dass dieses Hinaufschnellen dennoch in einem gewissen Zusammenhang mit der sich geltend machenden disponiblen Kraft steht.

Leyden benutzte die Punction und Aspiration pleuritischer Exsudate zur Bestimmung des intrathoracischen Druckes. Zwischen die Canüle und den Aspirationsapparat wurde ein Manometer eingeschaltet, an welchem man den Druck in der Thoraxhöhle abzulesen im Stande war. Leyden theilt eine grössere Zahl derartiger Versuche mit: Vor der Entleerung des Exsudats fand sich in der weitaus grössten Zahl der Fälle ein positiver Ueberdruck, der in einem Falle bis zu der Höhe von 28 Mm. Hg. anstieg. Nach Entleerung des Exsudats stellte sich der negative Druck im Pleuraraum wieder her, und dieser schwankt von — 2 bis — 28 Mm. Hg.; auf der Höhe der Inspiration erhob er sich sogar in vier Fällen auf — 30, — 32, — 36, — 42 Mm. Hg. Diese Zahlen repräsentiren einen Theil der Elasticitätskraft der Lungen, so weit mehr oder weniger grosse Abschnitte derselben unbehindert sich zu retrahiren im Stande waren.

Zu ähnlichen Resultaten kam auch Quincke. Der Druck des pleuritischen Exsudats in 18 mitgetheilten Fällen schwankte zwischen 0 und + 26 Mm. Hg. und betrug durchschnittlich etwa 10 Mm. (Bei Ascites betrug der Druck im Abdomen 19—42 Mm., im Durchschnitt 25 Mm. Hg.) Nach Entleerung des Exsudats nahm der Druck um so mehr ab, je mehr Flüssigkeit im Verhältniss zum Inhalt entleert wurde, und grösstentheils wurde bei genügender Entleerung der Druck ein negativer, aber in weiten Grenzen schwankend und zwar von — 1 Mm. bis zu — 36 bis — 40 Mm. Hg.

Auch in 2 Fällen von Pneumothorax mass Quincke den intrathoracischen Druck; im ersten betrug derselbe + 5 bis 10 Mm. Hg., im zweiten, der

bereits in der Heilung begriffen, — 1 bis — 2 Mm. und drei Tage später — 5 Mm. Hg.

Aus den angegebenen Formeln lassen sich auch manche andere wichtigen Punkte annähernd berechnen.

Nach forcirter tiefer Exspiration beträgt:

der Inspirationszug $= m - e - w$
der Exspirationsdruck $= m' + e + w$.

Inspirationszug + Exspirationsdruck $= m + m'$.

Die Summe der Inspirations- und Exspirationskraft entspricht demnach der Summe der bei forcirter In- und Exspiration thätigen Muskelkraft, ganz gleichgültig wie hoch die Factoren der Widerstände und des Elasticitätscoefficienten sich bemessen.

Nehmen wir beispielsweise an, ein gesunder Mann habe einen Inspirationszug von 120 Mm. und einen Exspirationsdruck von 160 Mm., so lässt sich die Gesammtsumme der bei forcirter In- und Exspiration zur Wirkung kommenden Muskelkraft auf 280 Mm. Quecksilber-Höhe berechnen.

Setzen wir in diesem Falle den Elasticitätscoefficienten gleich dem von Donders berechneten Maximum, also e = 30 Mm., so erhalten wir:

Inspirationszug $= 120$ Mm. $= m - 30 - w$
Exspirationsdruck $= 160$ - $= m' + 30 + w$

folglich:

$m = 150 + w$
$m' = 130 - w$

Es ergiebt sich demnach, übereinstimmend mit Donders' Annahme, dass, obgleich der Inspirationszug vom Exspirationsdruck an Kraft übertroffen wird, dennoch — wegen der negativen Coefficienten der Elasticität und der Widerstände — die Muskelkraft der forcirten Inspiration weit grösser ist als die der forcirten Exspiration. In dem obigen Beispiel entspricht der Inspirationsmusculatur mehr als 150 Mm. Quecksilberhöhe, der Exspirationskraft weniger als 130 Mm. Wie gross w zu berechnen ist, darüber will ich ich mir eine Schätzung nicht gestatten.

Nach meiner Ansicht würde sich e + w aufs exacteste an Leichen folgendermassen feststellen lassen: Man füge in die Luftröhre einer frischen, noch nicht todtenstarren Leiche eine durch einen Hahn verschliessbare Röhre luftdicht ein, blase durch dieselbe mittelst Blasebalg die Lunge und dem entsprechend den unversehrten Thorax bis zur grösstmöglichsten Höhe auf und schliesse sodann den Hahn. Darauf füge man in die Röhre ein Manometer ein. Es wird nun Lunge und Thorax bis zur Exspirationsstellung zusammenzusinken suchen, und die Kraft, mit der dies geschieht, wäre am Manometer abzulesen. Was hierbei in Wirksamkeit tritt, ist die Lungenelasticität nebst den Inspirationswiderständen, also e + w. Leider fehlte es mir an Zeit und Gelegenheit, diesen Versuch auszuführen, aus dessen Ergebniss mit Nothwendigkeit noch andere Momente zu berechnen wären.

Kehren wir zur obigen Formel:

$$\text{Inspirationszug} + \text{Exspirationsdruck} = m + m'$$

zurück, so werden wir demnach in jedem speciellen Falle die Inspirations- und Exspirationsmusculatur in betreff ihrer Kraft derart schätzen können, dass wir In- und Exspirationsdruck zu einander addiren und, da m grösser als m' ist, der Inspirationsmusculatur mehr als die Hälfte der Summe und der Exspirationsmusculatur dem entsprechend weniger zutheilen.

$$m > \frac{\text{Insp.} + \text{Exsp.}}{2}$$

$$m' < \frac{\text{Insp.} + \text{Exsp.}}{2}$$

Betrachten wir die Differenz zwischen Inspirationszug und Exspirationsdruck, so ergiebt sich:

$$\text{Exspirationsdruck} = m' + e + w.$$

$$\text{Inspirationszug} = m - e - w;$$

folglich:

$$\text{Exsp.} - \text{Insp.} = m' - m + 2e + 2w.$$

Da m grösser als m' ist, so folgt hieraus:

$$\text{Exsp.} - \text{Insp.} = 2e + 2w - (m - m').$$

Mit Worten heisst dies: Die Differenz zwischen Inpirationszug und Exspirationsdruck ist kleiner als die doppelte Summe der Elasticität und der Widerstände, und zwar um viel, als die Differenz der Kraft der In- und Exspirationsmusculatur beträgt. Ist beispielsweise der Inspirationszug 150 Mm., der Exspirationsdruck = 200 Mm., so entspricht die Differenz beider = 50 Mm. der doppelten Summe an Elasticität und Widelstand minus der Differenz der Muskelwirkung. Die Hälfte, also 25 Mm., würde demnach kleiner sein als die Summe der Elasticät und Widerstände.

$$\frac{\text{Exsp.} - \text{Insp.}}{2} < e + w.$$

Wir haben demnach manche wichtige Anhaltspunkte bereits gewonnen. Weitere werden sich aus neuen Experimenten ergeben müssen. Wir haben oben nur zwei Gleichungen für 4 unbekannte Factoren; noch zwei andere Gleichungen sind zu finden, damit die vier unbekannten sich vollständig berechnen lassen. Auf dem oben eingeschlagenen Wege liesse sich noch e + w feststellen. Legen wir dann noch als vierte Gleichung Donders' Schätzung für e zu Grunde, so wären Momente genug vorhanden, um das gesteckte Ziel zu erreichen; eventuell würde durch Zuhülfenahme weiterer Experimente e noch sicherer zu bestimmen sein.

Die Schwankungen der pneumatometrischen Werthe bei Gesunden lassen sich mit Leichtigkeit aus den angegebenen Momenten ableiten. Was zunächst am meisten bestimmend wirkt, ist die Musculatur, welche in dem einen Individuum eine höhere, in dem anderen eine geringere Kraft zu entwickeln vermag; deshalb geben Kinder, Frauen und Greise sowie schwächliche Per-

sonen überhaupt niedrigere Werthe als vollkräftige Männer. Ausser der Muskelkraft spielen aber auch hier die übrigen Factoren eine sehr wesentliche Rolle.

Bei Kindern und zart gebauten Personen sind die zu überwindenden Widerstände wegen der dünnen, noch leicht beweglichen Thoraxwandungen weit geringer als bei Erwachsenen. Die Verminderung der Widerstände erhöht die Inspirationskraft; hieraus erklärt es sich, dass, wie ich fand, und wie Eichhorst es bestätigte, Kinder und zart gebaute Personen meist ein im Verhältniss zu ihrer Musculatur relativ grosses pneumatometrisches Mass dar bieten. Umgekehrt muss die Verminderung der Widerstände den Werth der Exspirationskraft herabsetzen; es müsste denn sein, dass die gleichfalls verminderten Exspirationswiderstände (w') wesentlich an Grösse übertroffen werden von der Elasticitätsdifferenz zwischen gewöhnlicher und forcirter Exspirationsstellung (e' — e). Ist dies letztere nicht in erheblichem Grade der Fall, so müssen wir zu dem Resultat gelangen, dass bei Kindern und zart gebauten Personen die Differenz zwischen Inspirationszug und Exspirationsdruck kleiner sein wird, als bei kräftigen Erwachsenen. Ich möchte auf diesen Punkt die Aufmerksamkeit hinlenken: mir schien sich diese theoretisch zu construirende Anschauung in der Praxis an einer Anzahl von Personen zu bestätigen; jedoch war die Zahl derselben noch zu gering, als dass ich nicht wünschen müsste, dass auch fernerhin noch von anderen Seiten diese Frage weiter untersucht werde.

Bei Frauen wirkt ganz besonders die geringe Kraft, welche das Zwerchfell bei ihnen zu entwickeln, und die geringe Excursion, die es zu machen pflegt, herabsetzend auf die pneumatometrischen Werthe, vornehmlich auf die Inspiration. Hierzu kommen oft noch Widerstände der Kleidung, besonders der Umschnürung, welche die Kraft der Inspiration gleichfalls hemmen.

Greise endlich bieten ausser der Verminderung der Muskelkraft, welche gleichmässig auf In- und Exspiration wirkt, auch bedeutende Widerstände sowohl für die Inspiration als für die forcirte Exspiration dar, indem ihr Thorax in seinen knorpligen Theilen verknöchert, starr geworden und weder bedeutend ausgedehnt noch retrahirt werden kann. Endlich hat sich auch oft die Lungenelasticität vermindert, was herabsetzend auf die Exspiration wirkt. Alle diese Momente erklären die niedrigen pneumatome-

trischen Werthe bei Greisen, welche sowohl die Inspiration wie die Exspiration betreffen.

Gehen wir nunmehr an die Erklärung der von mir bei Emphysem und Phthisis gefundenen pneumatometrischen Ergebnisse.

Beim Emphysem ist die Verminderung der Lungenelasticität das wesentliche Moment. Aus den obigen Auseinandersetzungen ist ersichtlich, dass dieselbe herabsetzend nur auf die Exspiration, dagegen auf die Inspiration sogar erhöhend wirken muss.

Ein Blick auf die Formeln:

$$\text{Insp.} = m - e - w$$
$$\text{Exsp.} = m' + e + w$$

zeigt dies auf's deutlichste. Wird e um x vermindert, so dass der Elasticitätscoefficient e — x beträgt, so wird Insp. um x vermehrt, Exsp. um x vermindert:

$$\text{Insp.}' = m - e + x - w. = \text{Insp.} + x.$$
$$\text{Exsp.}' = m' + e - x + w. = \text{Exsp.} - x.$$
$$\text{Exsp.}' - \text{Insp.}' = \text{Exsp.} - \text{Insp.} - 2x.$$

Die Differenz zwischen Exsp. und Insp. wird hierbei um 2 x, also um das doppelte der Elasticitätsverminderung gegen das normale herabgesetzt.

Ist $2x > \text{Exsp.} - \text{Insp.}$, so wird Exsp.' — Insp.' negativ, d. h. der Exspirationsdruck kleiner als der Inspirationszug, was thatsächlich beim Emphysem der Fall ist.

Ich habe nun in der That beobachtet, dass in den ersten beiden Stadien des Emphysems die Inspirationskraft eine ziemlich hohe war und die normale zu überschreiten schien. Ausser der Elasticitätsverminderung, welche dies bewirkt, glaubte ich auch noch eine Erhöhung der inspiratorischen Muskelkraft als Folge der häufigen Uebung derselben annehmen zu müssen, welche gleichfalls den Inspirationszug erhöht und dadurch zuweilen ganz besonders hohe Werthe erzielen lässt.

Ist das Emphysem zur Zeit mit Bronchitis oder mit einer krampfhaften Verengerung der kleinen Bronchien (Asthma) combinirt, so treten zu der verminderten Lungenelasticität noch andere Momente hinzu, welche die Exspiration herabsetzten. Auf diese komme ich bei der Bronchitis zurück.

Wie erklärt es sich nun aber, dass in den vorgeschrittensten Stadien des Emphysems nicht nur die Exspiration, sondern auch die Inspiration insufficient wird? Ich glaube, dies lässt sich vollständig auf das Anwachsen der Widerstände zurückführen.

Besteht ein Emphysem längere Zeit, so rückt die Lunge und mit ihr der Thorax immer weiter aus ihrer normalen Gleichge-

wichtsstellung heraus. Während diese in der Mitte zwischen gewöhnlicher Inspirations- und gewöhnlicher Exspirationsstellung sich befindet, wird durch den häufigen gewaltsamen Zug der accessorischen Inspirationsmuskeln und die dadurch bewirkte Ausdehnung der Lungen der Brustkasten in eine dauernde Inspirationsstellung gebracht. Diese kann bei anhaltender Dyspnoë allmälig so weit hinaus rücken, dass sie sich der äussersten Inspirationsgrenze, d. h. der Grenze der Ausdehnungsfähigkeit des Thorax überhaupt nähert. Ist diese Grenze nahezu erreicht, so vermag auch der kräftigste Inspirationszug den Brustkasten und die Lungen nicht mehr stärker auszudehnen, indem die Brustwandungen einen nicht zu überwindenden Widerstand entgegensetzen.

Dieser Widerstand wird sich natürlich am Pneumatometer durch Herabsetzung der Inspirationskraft offenbaren, und diese Herabsetzung wird um so stärker sein, je mehr sich die Thoraxausdehnung der Grenze des möglichen genähert hat.

Die Vermehrung der Inspirationswiderstände muss aber naturgemäss wieder erhöhend auf den Exspirationsdruck wirken. Da aber die Lungenelasticität in solchen Fällen aufs äusserste herabgesetzt ist, und da ausserdem der Thorax meist eine gewisse Starrheit bereits erlangt hat, und dadurch auch die Exspirationswiderstände vermehrt sind, so bleibt doch immer die Exspirationskraft stärker herabgesetzt als die Inspirationskraft.

Sind nun gar Greise mit dem Emphysem behaftet, ist ihr Thorax verknöchert und dazu noch die Musculatur geschwächt, so erhalten wir die niedrigsten Werthe, welche das Pneumatometer anzuzeigen vermag, immer aber die Exspiration mehr insufficient als die Inspiration.

Setzen wir in diesen äussersten Graden des Emphysems mit Starrheit des Thorax den Elasticitätscoefficienten $e = 0$ und den Widerstand für die Inspiration gleich dem für die Exspiration, so erhalten wir:

$$\text{Insp.} = m - w$$
$$\text{Exsp.} = m' - w$$

folglich

$$\text{Exsp.} - \text{Insp.} = m' - m.$$

Da nun m' kleiner als m ist, so muss in diesem Falle der Exspirationsdruck kleiner als der Inspirationszug sein.

Betrachten wir dem gegenüber die Lungenschwindsucht. Noch bevor eine wesentliche Schwächung der Musculatur wahr-

nehmbar ist, macht sich, wie wir sahen, bereits eine Inspirations-Insufficienz am Pneumatometer bemerkbar. Diese erklärt sich auf's vollkommenste durch die Vermehrung der Widerstände. Die in ihrem Gewebe sei es activ entzündete, sei es durch Cirrhose verdichtete Lungenpartie setzt einer Ausdehnung bei der Inspiration einen viel höheren Widerstand entgegen, als das normale Parenchym. Je ausgedehnter die Verdichtungen sind, um so grösser werden die Widerstände. Hierzu kommen noch die so häufig bei Phthisis vorhandenen Adhäsionen der Pleura costalis und pulmonalis, welche einem freien Verschieben der Lunge innerhalb der Pleurahöhle hinderlich sind, und die deshalb neue Widerstände für die Einathmung setzen.

Die Vermehrung dieser Inspirations-Widerstände muss naturgemäss den Inspirationszug am Pneumatometer herabsetzen, während dieselbe umgekehrt den Exspirationsdruck vermehren hilft. Dieser letztere leidet aber auch dadurch, dass die Exspirations-Widerstände gleichfalls vermehrt werden, indem das verdichtete Gewebe sich eben so wohl einer forcirten Compression, wie einer ausdehnenden Zerrung entgegensetzt. Die Exspirationswiderstände können jedoch nur in erheblich geringerem Grade zur Wirkung kommen, weil der Thorax der Phthisiker in seiner mittleren Stellung bereits der normalen Exspirationsstellung mehr oder weniger genähert ist, also von dieser bis zur forcirten Exspiration keine grosse Excursion mehr gestattet ist. Was endlich den Elasticitätscoefficienten betrifft, so wird dieser im Verhältniss zu dem Ausfall lufthaltigen Parenchyms vermindert, was gleichfalls die Exspirationskraft herabsetzt; aber dieser Ausfall kann in denjenigen Fällen der Phthisis, in welchen nur noch ein geringer Theil der Lunge entzündet oder verdichtet ist, verhältnissmässig nur klein sein, er wächst mit der Extensität der Affection.

Aus diesen Betrachtungen erhellt, dass bei der Lungenphthisis diejenigen Factoren überwiegen, welche die Inspiration herabsetzen, dass aber auch Momente vorhanden sind, welche die Exspiration gleichfalls hemmen, und dass diese namentlich in Fällen sehr ausausgedehnter Erkrankung sich geltend machen. Diese theoretischen Betrachtungen stimmen demnach vollständig mit dem überein, was ich in praxi gefunden und oben ausführlich auseinandergesetzt habe. Zunächst in frühen Stadien der Krankheit ist nur der Inspirationszug herabgesetzt, der Exspirationsdruck noch nahezu normal; mit

der fortschreitenden Krankheit wird gleich der Inspiration auch die Exspiration insufficient, letztere jedoch nie in dem Grade, dass sie unter das Mass der ersteren herabsinkt. Leidet nun noch durch Abmagerung die Musculatur, so wird sowohl die Inspiration als auch die Exspiration noch weiter herabgesetzt, bis die niedrigsten Werthe entstehen, oder überhaupt das Pneumatometer keinen Ausschlag mehr zu geben vermag.

Einen dankenswerthen Beitrag zu den physicalischen Grundlagen der Pneumatometrie lieferte in neuester Zeit Neupauer. Wenn ich auch in vielen Stücken mit den theoretischen Deductionen desselben keineswegs einverstanden sein kann, so erkenne ich doch gern an, dass durch seine Ausführungen manche in praxi gefundenen Thatsachen besser als bisher aufgeklärt werden.

Neupauer legt ausser den von mir angegebenen, die pneumatometrischen Werthe beeinflussenden Factoren noch ein ganz besonderes Gewicht auf die Quantität der Residualluft; auch die Temperaturdifferenz zwischen eingeathmeter und ausgeathmeter Luft zieht er in den Kreis seiner Betrachtung, wenngleich ihr eine grössere Bedeutung nicht zuerkennend. Für Neupauer ist das wesentlich ausschlaggebende die Spannungsdifferenz zwischen In- resp. Exspirationsluft und äusserer Atmosphäre. Auch ich habe diese berücksichtigt, sie jedoch unter die Widerstände, die sich der Inspiration entgegen setzen, subsumirt, während Neupauer sie als das eigentliche, die Höhe der Inspirationskraft bedingende agens betrachtet. Mir scheint Neupauer's Auffassung aus mancherlei Gründen nicht zutreffend: Die Luftverdünnung, welche im Thorax und am Pneumatometer bei der Inspiration erzielt wird, ist erst die Resultante der verschiedenen wirkenden und hindernden Kräfte. Wäre der Thorax ein starrer Raum, dann freilich wäre der Grad der initialen Luftverdünnung in demselben das primum movens für den Ausschlag am Pneumatometer. So ist es aber an dem mit beweglichen Wandungen versehenen Thorax nicht. Derselbe muss sich erst durch seine Muskelkräfte die Luftverdünnung schaffen entgegen dem Drucke der aussen auf ihm lastenden Atmosphäre, und je grösser in ihm die Luftverdünnung wird, einen um so stärkeren Widerstand der letzteren hat er zu tragen.

Nichts desto weniger ist Neupauer durchaus im Recht, auf die Quantität der Residualluft als einen die Höhe der pneumatometrischen Werthe beeinflussenden Factor Gewicht zu legen. So erklärt er mit Hülfe derselben sehr anschaulich, weshalb die In- und Exspirationskraft nicht mit der Höhe der Vitalcapacität wächst. Einer grösseren Vitalcapicität entspricht nämlich auch ein grösseres Quantum Residualluft, einem kleineren ein kleineres. Das Verhältniss zwischen Residualluft und dem Raum, in welchem sie sich bei der Inspiration zu verdünnen resp. bei der Exspiration zu verdichten hat, bleibt sich demnach gleich, ob die Vitalcapacität gross oder klein ist. Deshalb muss ceteris paribus der pneumatometrische Werth, unabhängig von der Vitalcapacität, ziemlich gleich sein.

Von grossem Interesse ist es, wie Neupauer die Pneumatometrie weiter verfolgend, durch sie zur Bestimmung der noch unbekannten Grösse der Residualluft zu gelangen sucht. Ich werde auf diesen Gegenstand später näher eingehen und neue von mir angestellte Experimente daran anknüpfen.

Allgemeine Gesichtspunkte für die pneumatometrische Diagnostik.

Aus dem voranstehenden erhellt, dass die pneumatometrischen Werthe als Producte verschiedener positiver und negativer Coefficienten uns Aufschluss über alle diejenigen Zustände zu geben vermögen, bei welchen jene Coefficienten zur Wirkung gelangen. Es verhält sich mit der Pneumatometrie in ganz gleicher Weise, wie mit den übrigen Untersuchungsmethoden, namentlich der Percussion und Auscultation; sie lehrt uns nicht direct das Vorhandensein einer bestimmten Krankheit, sondern zeigt uns gewisse abnorme Verhältnisse an, die durch verschiedenartige, genau zu charakterisirende Erkrankungen bedingt sein können, unter welchen die Differentialdiagnose zu entscheiden hat.

Emphysem und Phthisis sind demnach nicht die einzigen Krankheiten, welche am Pneumatometer abnorme Respirationstypen ergeben; ihnen schliessen sich die meisten Krankheiten des Respirationstractus, manche des Herzens, ferner eine Anzahl Affectionen des Abdomen, des Muskelapparats und vielleicht noch mancherlei andere an, über die bisher noch keine Beobachtungen vorliegen.

Wir dürfen folgende allgemeine Gesichtspunkte aufstellen:

1. Eine Verminderung der Muskelsubstanz oder Muskelkraft setzt die pneumatometrischen Werthe herab und zwar die Inspiration und Exspiration ziemlich gleichmässig, wenn die Muskelerkrankung eine allgemeine ist, dagegen allein die eine, oder die eine mehr als die andere, wenn die Erkrankung nur einzelne Muskelgruppen afficirt, welche mehr der Inspiration oder der Exspiration dienen. Eine Vermehrung der Muskelkraft erhöht — ceteris paribus — in gleicher Weise die pneumatometrischen Druckwerthe.
2. Eine Verringerung der Lungenelasticität setzt allein den Exspirationsdruck herab, wirkt dagegen erhöhend auf den Inspirationszug.

3. Eine Vermehrung der Inspirationswiderstände setzt den Inspirationszug herab und vermehrt den Exspirationsdruck, falls nicht gleichzeitig auch Exspirationswiderstände vorhanden sind. Es können indess auch Exspirationswiderstände auftreten, während die Inspirationswiderstände entweder gar nicht oder nur wenig vermehrt sind. In diesen Fällen wird allein oder vornehmlich der Exspirationsdruck herabgesetzt.

Wie wir sehen, entspricht das Emphysem der ad 2. genannten Bedingung. In den späteren Stadien desselben treten die Bedingungen ad 3. und theilweise auch ad 1., das Resultat complicirend, hinzu.

Bei der Phthisis sind es im Anfangsstadium die unter 3. bezeichneten Widerstände, welche das pneumatometrische Ergebniss beherrschen. Der ad 2. genannte Elasticitätsfactor kommt nur in geringem Grade in Betracht; bei zunehmender Erkrankung sind endlich die Factoren ad 1. von wesentlicher Bedeutung.

Es war von vornherein höchst wahrscheinlich, dass ähnlich wie die Phthisis sich auch andere Krankheiten verhalten werden, in denen das Lungengewebe verdichtet oder entzündet ist. Dies ist der Fall bei der

Pleuritis und Pneumonie.

Bei diesen beiden Krankheiten liegen die gleichen Bedingungen vor, wie bei der Lungenschwindsucht. Abgesehen von dem Schmerze, welcher einer forcirten Inspiration sich entgegensetzt, und welcher den Inspirations- und entsprechend auch den Exspirationsdruck selbst auf ein minimum herabzusetzen vermag, leisten, auch wo der Schmerz vollkommen fehlt, das comprimirte oder entzündlich verdichtete Gewebe ebenso wie die Adhäsionen zwischen den beiden Pleurablättern der Inspiration erheblichen Widerstand. Ich will dieselben Argumentationen nicht wiederholen, die ich bereits bei der Phthisis ausführlich dargethan. Das Resultat muss, der Theorie nach, für Pneumonie und Pleuritis das gleiche sein, wie bei der Phthisis. Hauptsächlich wird der Inspirationszug herabgesetzt und bei ausgedehnter Erkrankung auch der Exspirationsdruck, jedoch in geringerem Grade als ersterer.

Die Praxis hat diese Theorie vollkommen bestätigt. Ich habe

in einer grösseren Zahl von Fällen, betreffend abgelaufene Pleuritis, sei es mit restirender Schwarte, sei es mit noch vorhandenem Exsudat, auch bei Empyem mit offener oder vorübergehend geschlossener Fistelöffnung, Gelegenheit gehabt, pneumatometrische Untersuchungen anzustellen, und kam zu dem oben angegebenen Resultat In den leichteren Fällen bestand allein eine Insufficienz der Inspiration, die Exspiration schien nahezu normal; in den schweren Fallen war sowohl die Inspiration wie die Exspiration insufficient, erstere wurde aber von letzterer an Druckwerth übertroffen.

Nur in einigen wenigen Fällen von schon längere Zeit bestehender pleuritischer Schwarte oder pleuritischem Erguss fand ich den Exspirationsdruck unter den Werth des Inspirationszuges herabgegangen; in diesen Fällen war die Annahme berechtigt, dass sich gleichsam compensatorisch auf der gesunden Seite eine Lungenektasie mit Verlust an Elasticität ausgebildet habe, und in manchen dieser Fälle liess sich das Emphysem auch percutorisch nachweisen.

Bei der acuten Pneumonie hatte ich selbst noch keine Gelegenheit, das Pneumatometer anzuwenden. Es liegen indess bemerkenswerthe Beobachtungen von Eichhorst vor, welcher in 3 Fällen von croupöser Pneumonie die pneumatometrischen Ergebnisse vollkommen so fand, wie sie der von mir entwickelten Theorie entsprechen. Bei der Pleuritis und beim Empyem fand Eichhorst ebenfalls gleiche Resultate wie ich selbst. Auch Lassar hatte in einem Falle von Pyo-Pneumo-Thorax ein analoges Ergebniss.

Beispiele (vergl. hauptsächlich noch die Casuistik im therapeutischen Theile):

1. Lb., Werkführer, 44 Jahre alt. Vor 9 Monaten Pleuritis. Seitdem Dyspnoë. Rechts an den mittleren und unteren Partien des Thorax starke Dämpfung, daselbst leises vesiculäres Athmen und Reibungsgeräusche.

Vitale Lungencapacität 1650 Ccm.
Inspirationszug 30 Mm.
Exspirationsdruck 40 -

2. Km., Kaufmann, 26 Jahre alt. Vor 2 Jahren eitrige Pleuritis. Thoracocentese. Linksseitiges Empyem besteht fort; die Fistelöffnung ist offen. Relativ mässig guter Ernährungszustand.

Vitale Lungencapacität 1800 Ccm.
Inspirationszug 50 Mm.
Exspirationsdruck 60 -

3. Dmsch., Schuhmacher, 34 Jahr. Vor 4 Monaten Beginn einer Pleuritis, die den Pat. 2 Monate an's Zimmer fesselte. Schmerzen auf der Brust bestehen noch fort. Die linke Seite wölbt sich bei tiefer Inspiration viel weniger als die rechte. Unterhalb der linken Scapula und in der Axillaris ist der Schall noch etwas gedämpft, das Athmungsgeräusch abgeschwächt und mit Reiben verbunden. Lungen im übrigen gesund. Es besteht demnach noch eine pleuritische Schwarte linkerseits.

Inspirationszug bei forcirter Athmung 78 Mm.
Exspirationsdruck - - - 92 -
Inspirationszug - langsamer Athmung 30—50 Mm.
Exspirationsdruck - - - 50—64 -

Bei Einschaltung eines Hahns, gleichgültig ob forcirt oder langsam, wenn nur tief genug geathmet wurde:

Inspirationszug 42 Mm.
Exspirationsdruck 58 -

4. Frau Mchls., 32 Jahre alt. Vor 2 Jahren Brustfellentzündung. Davon nur langsam erholt. Sowohl damals, wie auch jetzt seit 1 Jahr etwas Husten. Seit 2 Monaten Diarrhoe. Mässig kräftig gebaut; von kleiner Statur. Die rechte Seite bleibt bei tiefer Inspiration hinter der linken zurück. Spitzenstoss im 6. Intercostalraum etwas nach innen von der Mammillarlinie. Unterhalb der rechten Scapula bis zur unteren Lungengrenze merkliche Dämpfung. Geringe Dämpfung auch an den oberen Partien der rechten Thoraxhälfte. Ueberall vesiculäres Athmen, an den gedämpften Stellen abgeschwächt. R. H. O. etwas Rasseln.

Es besteht somit noch eine pleuritische Schwarte rechterseits mit Bronchitis — vielleicht auch noch leichte Verdichtung eines Theiles der rechten Lunge.

Vitalcapacität 1300 Ccm.
Sowohl bei ruhiger langsamer Athmung sowie auch bei mehr forcirter Athmung unter Einschaltung eines Hahns:
Inspirationskraft 20 Mm.
Exspirationskraft 30 -

Ich füge die folgenden Fälle von Eichhorst hinzu:

1. 15jähriger Böttcherlehrling. Empyem der rechten Seite. Vor 3 Monaten Thoracocentese. Ausspritzung der Pleurahöhle.

Inspirationszug in maximo 24 Mm.
Exspirationsdruck - - 29 -

Mit zunehmender Heilung erhöhen sich diese Werthe allmälig.

Nach 5 Tagen: Inspirationszug 35 Mm., Exspirationsdruck 45 Mm.
- 13 - - 42 - - 78 -
- 40 - - 60 - - 84 -

2. Arbeiterfrau, 52 Jahre alt. Pleuro-Pneumonia crouposa des linken unteren Lappens.

	Inspirationszug		Exspirationsdruck	
Am Tage vor der Krisis	-	31 -	-	32 -
11 Tage nach der Krisis	-	40 -	-	44 -
15 - - - -	-	60 -	-	63 -

3. Ein 43jähriger Arbeiter. Croupöse Pleuro-Pneumonie des linken unteren Lappens.

	Inspirationszug		Exspirationsdruck	
6 Tage nach der Krisis	-	50 -	-	54 -

4. Ein 27jähriger Arbeiter. Croupöse Pleuro-Pneumonie des linken unteren Lappens.

	Inspirationszug		Exspirationsdruck	
	-	13 -	-	14 -
Tag der Krisis	-	36 -	-	38 -
3 Tage nach der Krisis	-	43 -	-	46 -

Fall von Krause, auf der Leyden'schen Klinik beobachtet: Pneumonia fibrinosa am 4. Tage der Krankheit.

Inspirationskraft. nach Krause's Methode gemessen, 8 Mm.
Exspirationskraft, - - - - 14 -

Perls fand bei seinen oben erwähnten Untersuchungen an Leichen gleichfalls, dass bei pleuritischen Exsudaten und in geringerem Grade auch bei Pneumonie die Kraft, mit welcher die Lungen nach Oeffnung des Thorax sich retrahiren, beträchtlich herabgesetzt ist. Die Lungen sind bei pleuritischen Exsudaten gewöhnlich weit über ihre Exspirationsstellung hinaus comprimirt. Der Inspiration wird hierdurch ein abnorm grosser Widerstand entgegengesetzt. Der Ausfall der Elasticität eines grossen Lungentheils muss ferner auch die Exspiration herabsetzen, was in der That die obigen Beispiele zur Genüge zeigen.

Verengerungen des Larynx und der Trachea.

Bei Verengerungen des Larynx oder der Trachea, gleichgültig aus welcher Ursache, treten abnorme Widerstände ein, die hauptsächlich oder fast allein nur der Inspiration entgegentreten. Sobald nämlich die Inspirationsmuskeln ihre Kraft entwickeln, um den Thorax auszudehnen, so kann bei dem verengten Eingang zu den Bronchien nicht in genügend kurzer Zeit so viel Luft in die Lungen eingesogen werden, dass dieselben von Luft unter gewöhnlichem Druck ausgefüllt sind. Vielmehr muss im Thorax der Luftdruck sich in dem Masse vermindern, als zu wenig Luft im Ver-

hältniss zu der gleichzeitigen Ausdehnung der Lungen in dieselben eintritt. Die Differenz zwischen dem Druck der äusseren Atmosphäre und dem im Inneren der Lungen wird hierdurch unverhältnissmässig erhöht, und diese Druckdifferenz muss naturgemäss als Widerstand für die Inspiration sich geltend machen. Sehen wir ja doch bei hochgradiger Stenose während der Inspiration sogar den unteren Theil des Thorax eingezogen werden, was allein durch den Ueberdruck der äusseren Atmosphäre dem Muskelzug entgegen bewirkt wird. Mit anderen Worten können wir das Verhältniss auch so ausdrücken: Bei der Verengerung der ersten Luftwege ist die Lungenluft nicht nur bei der Inspiration, sondern selbst auch bei der Exspiration verdünnter als normal, bei hochgradiger Stenose sicher verdünnter als die äussere Atmosphäre. Diese bereits vorhandene Luftverdünnung setzt einer noch weiteren Verdünnung durch tiefe Inspiration grösseren Widerstand als normal entgegen.

Ich muss trotz Neupauer's Einwendungen an dieser Auffassung festhalten, um so mehr, als bei der Stenose der ersten Luftwege das Pneumatometer überhaupt gar nicht den Grad der Luftverdünnung in den Lungen, sondern nur denjenigen diesseits der Stenose anzeigt. Das Pneumatometer belehrt uns in diesem Falle überhaupt nicht über die Spannungsdifferenz zwischen Lungenluft und äusserer Atmosphäre, sondern nur darüber, in wie weit die durch Zuhülfenahme aller inspiratorischen Kräfte bewirkte Verdünnung der Lungenluft im Verhältniss zu ihrer Dichtigkeit bei der Exspiration durch die Stenose hindurch die Spannung der Luft im Manometer zu beeinflussen vermag.

Bei der Exspiration tritt umgekehrt der Ueberdruck der äusseren Atmosphäre nicht als Hinderniss, sondern gerade fördernd auf, der Exspirationsdruck müsste also wesentlich erhöht werden, wenn nicht die verengte Passage auch der aus den Lungen austretenden Luft einen gewissen Widerstand entgegensetzte. Dieser Widerstand wird möglicherweise die durch die Druckdifferenz gewonnene Förderung compensiren. In anderen Fällen könnte es vorkommen, dass die letztere überwiegt, und dass demnach die Exspirationskraft erhöht, während die Inspirationskraft herabgesetzt ist.

Im grossen und ganzen werden die Verengerungen der ersten Luftwege das Bild einer reinen Inspirations-Insufficienz darbieten müssen.

Meine pneumatometrischen Untersuchungen haben auch diese Voraussetzungen vollständig bestätigt, wie folgende Beispiele zeigen:

1. Frau Sch., 40 Jahre alt. Laryngoskopisch deutlich nachweisbare ringförmige Strictur der Trachea syphilitischen Ursprungs. Subjective und objective Dyspnoë. Lauter Stridor bei der Inspiration.

Vitale Lungencapacität 1500 Ccm.
Inspirationszug in maximo 30 Mm., erhalten auf nur 20 Mm.
Exspirationsdruck in maximo 45 Mm., erhalten auf 35—40 Mm.

2. Mvs., 51 Jahr, Arbeiter. Hochgradige syphilitische Strictur des Larynx und der Trachea, derart, dass nur ein schmaler, sinuöser Spalt offen ist. Linke Larynxseite unbeweglich. Starker Stridor. Patient ist sehr kräftig gebaut.

Vitalcapacität 3500 Ccm.
Inspirationskraft bei forcirter Athmung 40 Mm.
Exspirationskraft - - - 70 -
Inspirationskraft bei langsamer tiefer Athmung 28 Mm.
Exspirationskraft - - - - 40—50 Mm.
Bei Einschaltung eines Hahns:
Inspirationskraft 28 Mm.
Exspirationskraft 40 -

3. Rcht., 45 Jahre alt, Kaufmann. Sehr kräftige Constitution. Inspiratorische Paralyse beider Stimmbänder, resp. Lähmung der Glottiserweiterer (Paralyse der Mm. crico-arytaenoidei postici), so dass für die Luft nur ein sehr feiner Spalt als Passage dient. Stridor.

Vitale Lungencapacität 3500 Ccm.
Inspirationszug in maximo 40 Mm.
Exspirationsdruck - - 110 -

4. Prl., Kaufmann, 36 Jahre alt. Kräftig gebaut. Hochgradige doppelseitige Lähmung der Glottiserweiterer (Paralysis der Mm. crico-arytaenoidei postici) mit zeitweisem Spasmus glottidis complicirt. Nur ein kaum 1 Mm. breiter Spalt bleibt für die Passage der Luft übrig; bei dem Versuch, forcirt zu inspiriren, nähern sich die Stimmbänder noch mehr und verschliessen die Glottis ganz.

Die pneumatometrische Untersuchung konnte deshalb erst vorgenommen werden, nachdem das Leiden (Anwendung des constanten electrischen Stromes. Aeusserlich Aufpinseln von Tinct. Jod. Innerlich Belladonna mit Bromkalium, später, da Verdacht auf Lues, Sublimat) sich so weit gebessert hatte, dass bei tiefer Inspiration die Glottis einen etwa 2 Mm. breiten Spalt zwischen sich liess. Es ergab sich bei forcirter Athmung:

Inspirationskraft 70 Mm.
Exspirationskraft 150 -
Vitale Lungencapacttät 3200 Ccm.

5. Asm., 66 Jahre alt. Apfelgrosse Struma cystica. Phonische und inspiratorische Lähmung des rechten Stimmbandes (Paralyse des Nerv. recurrens). Dyspnoë bei Bewegungen und ganz besonders starke Orthopnoë in den Nächten. Patient fühlt keine Beengung im Halse, sondern bezeichnet seine Beschwerden als Beklemmung auf der Brust (oder Asthma). Zeitweise Husten. Gut gewölbter Thorax. Starker Panniculus adiposus. Per-

cussion und Auscultation der Brust- und Unterleibsorgane ergiebt nichts abnormes. Ueberall über den Lungen hört man ein ziemlich leises vesiculäres Athmen.

Inspirationszug 28 Mm.
Exspirationsdruck 80 -

6. Brl., Banquier, 50 Jahre alt. Kräftige Constitution. Etwas ektatischer Thorax; Percussion und Auscultation nicht abnorm. Seit ca. 1 Jahr Dyspnoë. Grosse doppelseitige Struma, welche linkerseits die Trachea zu umschliessen scheint. Zum öfteren Husten.

Inspirationszug in maximo 70 Mm.
Exspirationsdruck - - 130 -

Im letzten Falle war es fraglich, ob die Dyspnoë durch den Druck der Struma oder durch Emphysem bedingt war. Die pneumatometrische Untersuchung allein war im Stande, die Differentialdiagnose zwischen Compression der Trachea und Emphysem zu entscheiden. Das Resultat der Untersuchung konnte keinen Augenblick darüber im Zweifel lassen, dass eine wirkliche Compression und Verengerung der Trachea durch die Struma stattfand, und dass nicht etwa die häufig überstandene Bronchitis ein Emphysem zurückgelassen und dieses die Dyspnoë bedingte. Das gleiche gilt vom 5. Falle: Auch hier war es fraglich, ob nicht verminderte Lungenelasticität und darauf beruhendes Asthma vorlag. Das Pneumatometer entschied gegen die letztere Annahme. In diesem Falle kam zur Compression der Trachea durch die Struma noch die rechtsseitige Recurrenslähmung hinzu, wahrscheinlich durch die Struma bedingt, und die durch die inspiratorische Lähmung des rechten Stimmbandes gesetzte, wenn auch nicht bedeutende Verengerung des Larynx während der Inspiration hat den Inspirationszug noch weiter herabsetzen helfen. In einem anderen ähnlichen Falle konnte ich umgekehrt allein auf Grund der Pneumatometrie mit Sicherheit aussprechen, dass die vorhandene Dyspnoë auf Emphysem und nicht auf einer etwaigen Compression der Trachea beruhe.

Es fand sich bei dem 22jährigen Kaufmann, welcher an stark entwickelter Struma und gleichzeitig an Bronchitis litt, ein Inspirationszug von 100 Mm., ein Exspirationsdruck von nur 70 Mm. Dass hier Emphysem und nicht Tracheal-Verengerung vorlag, war somit vollkommen sicher gestellt.

Dass in solchen Fällen die Pneumatometrie von höchster Bedeutung für die differentielle Diagnostik ist, und dass hier von ihren Ergebnissen Prognose und Therapie abhängt, liegt auf der Hand.

In den obigen Beispielen haben wir zwei Fälle von organischer Strictur der Trachea und bei dem einen auch des Larynx, zwei andere von durch Lähmung bedingter Verengerung der Glottis, einen fünften von halbseitiger inspiratorischer Lähmung zugleich mit Compression der Trachea, endlich einen Fall von reiner Compression der Trachea mitgetheilt. Dass Verengerungen der ersten Luftwege, die auf anderen Ursachen beruhen, namentlich Croup des Larynx gleiche Resultate ergeben werden, ist kaum zu bezweifeln.

Bronchitis.

In den meisten Fällen von Bronchitis beobachtete ich eine Insufficienz der Exspiration, gleich wie im ersten Stadium des Emphysems. Sicherlich ist auch — wenigstens in den meisten Fällen der chronischen Bronchitis — bereits ein solches vorhanden, also die verminderte Lungenelasticität die Ursache der Exspirations-Insufficienz. Ich glaube aber nicht, dass man zu der Annahme berechtigt ist, dass in allen jenen Fällen bereits die Lungenelasticität gelitten hat; denn ich beobachtete die Exspirations-Insufficienz zuweilen auch bei noch ganz frischen Bronchitiden. Hier müssen Widerstände vorhanden sein, welche nur bei der Exspiration hervortreten, der Inspiration dagegen gar kein oder nur ein geringes Hinderniss entgegensetzen.

Die Vermuthung liegt nahe, dass die Verengerung der kleinsten Bronchien in dieser Weise wirkt. Bei forcirter Inspiration wird zunächst die Luft mit voller Kraft herangezogen, die Luft kann ohne Hinderniss die ersten Wege passiren, und erst am Ende der Bahn, wenn diese sich in zahlreiche enge Strassen theilt, begegnet ihr ein Hinderniss. Es ist denkbar, dass sich dieses erst am Ende der Inspiration eintretende Hinderniss am Pneumatometer nicht sehr merklich markirt, weil das Maximum der zu Beginn der Inspiration aufgewendeten Kraft zur Messung gelangt. Möglicherweise würde es sich mehr markiren, wenn man die zweite Art der pneumatometrischen Methode anwendete, wenn man nämlich langsam tief inspiriren liesse und beobachtete, in welcher mittleren Höhe das Quecksilber durch mehrere Secunden erhalten werden kann.

In der That will Biedert bei der Methode der langsamen Athmung die inspiratorische Insufficienz wirklich gefunden haben. Bestätigt sich dies

— erst zahlreiche neue Versuche werden diese Frage entscheiden können —, so würde hiermit ein Grund mehr gegeben sein, beide pneumatometrischen Methoden neben einander zu üben. Denn wenn, wie ich gegenwärtig annehme, die langsame Athmung für gewöhnlich den Vorzug verdient, so wäre gerade für die Bronchitis und wahrscheinlich noch für andere sich ähnlich verhaltende Zustände neben der langsamen auch der forcirten Athmung ein Platz zu gewähren, weil sich das pneumatometrische Ergebniss bei dieser letzteren anders, und zwar gerade was den Gegensatz zwischen Bronchitis und Phthisis betrifft, viel charakteristischer gestaltet, als bei langsamer Athmung.

Bei der Exspiration dagegen tritt das Hinderniss sofort im Beginn der exspiratorischen Arbeit auf. Die Verengerung betrifft diejenigen Wege, welche die aus den Lungen austretende Luft zuerst zu passiren hat. Die Luft kann deshalb nur langsamer austreten — wie ja auch das verlängerte Exspirationsgeräusch zeigt — und hiermit geht ein Theil der Druckkraft verloren. Das exspiratorische Hinderniss wird sich auch sofort am Pneumatometer bemerkbar machen, indem das normale Maximum des Exspirationsdrucks nicht erreicht werden kann.

Noch ein anderes Moment glaube ich jedoch zur Erklärung der Exspirationsinsufficienz zu Hülfe nehmen zu müssen, nämlich die Lungenhyperämie. Dass diese der Inspiration nur ein geringes Hinderniss entgegensetzt, ist leicht ersichtlich; denn die Ausdehnungsfähigkeit des Gewebes kann durch die reine Hyperämie nicht leiden, und nur die vermehrte Schwere des Organs liefert einen wahrscheinlich nicht erheblichen Widerstand. (Anders ist es, wie wir sahen, bei Entzündungen und Verdichtungen.) Bei der Exspiration dagegen kann die Blutfülle in den Capillaren sehr wohl einen directen Widerstand bilden; denn um das plus an Volumen, welches das überschüssige Blut einnimmt, kann die Lunge schwerer sich zusammenziehen, resp. durch die Exspirationsmusculatur comprimirt werden.

Ich bin freilich nicht im Stande, diese Anschauung durch directe Beweise zu stützen, glaube aber doch a priori, dass sie vieles für sich hat. Mit ihrer Zuhülfenahme lässt sich das pneumatometrische Ergebniss nicht nur bei Catarrhen, sondern, wie ich gleich hinzufügen will, auch bei manchen Herzkrankheiten einigermassen erklären.

Die pneumatometrischen Ergebnisse bei Bronchitis stehen in vollkommenem Gegensatz zu denen bei Phthisis: bei ersterer beobachten wir exspiratorische, bei letzterer an-

fänglich nur inspiratorische Insufficienz. Das Pneumatometer ist deshalb zur Differentialdiagnose zwischen Phthisis und Bronchitis in zweifelhaften Fällen von ausserordentlicher Wichtigkeit.

Die Beobachtung, dass beim einfachen Bronchialcatarrh bereits Exspirationsinsufficienz besteht, und die Erklärung, die ich für diese Thatsache zu geben versuchte, führten mich dahin, ein anschauliches Bild über das Entstehen des Emphysems zu entwerfen (vergl. oben p. 48 ff.):

Wir sahen, dass bei der Bronchitis die Inspiration normal ist, die Exspiration insufficient. Die Inspiration wird demnach immer noch im Stande sein, Luft in die Alveolen einzuziehen, wogegen vermöge der insufficienten Exspiration das Ausstossen der Luft aus den Alveolen durch die verengerten Bronchiolen erschwert ist. Das vorhandene Athembedürfniss, unvermögend sich durch die Exspiration zu befriedigen, d. h. die kohlensäurefaltige Luft auszustossen, um reine atmosphärische dagegen einzutauschen, wird sich nun darin geltend machen, dass tiefere Inspirationen zur Zufuhr neuen Sauerstoffs ausgeführt werden. Die tieferen Inspirationen werden nun den Alveolen immer mehr Luft zuführen, welche sie wieder auszustossen insufficient sind. Auf diese Weise kommt es zu einer Erweiterung der Alveolen, also zur Alveolar-Ektasie. Das längere Zeit einer abnormen Ausdehnung ausgesetzte Lungenparenchym verliert nun aus diesem Grunde allmälig an Elasticität. Hört nun der Exspirationswiderstand, welcher in den verengerten Bronchien seinen Sitz hatte, auf, so ziehen sich trotzdem die ausgedehnten Alveolenwandungen nicht mehr in ihre normale Lage vollkommen zurück, weil sie an Elasticität eingebüsst haben. Hiermit bleibt also das Emphysem bestehen, auch nachdem der dasselbe bedingende Catarrh völlig geschwunden ist.

Beispiele:

1. Hm., Werkführer in einer Farben-Fabrik, 50 Jahre alt, leidet seit 6 Jahren im Frühjahr und Herbst, jetzt anhaltend seit 1 Jahr an heftigem Husten, der sich mehr und mehr verschlimmerte. Dyspnoë beim starken Husten und beim Steigen. Kräftig gebaute Brust. Normale Lungengrenzen. Percussion normal. Ueberall vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration und hauptsächlich an den unteren Partien Rasseln.

Brustumfang 95 Ctm., derselbe erweitert sich bei tiefer Inspiration um 3 Ctm.

Vitale Lungencapacität 3000 Ccm.
Inspirationszug 120 Mm.
Exspirationsdruck 60 -

2. Psnr., Kaufmann, 43 Jahr. Seit 3 Wochen Husten. Sonst gesund. Brust mässig kräftig gebaut. Normale Lungengrenzen. Ueberall am Thorax vesiculäres Athmen und Pfeifen. Pharynx und Larynx geröthet.

Vitalcapacität 2400 Ccm.
Inspirationskraft bei forcirter Athmung 120 Mm.
Exspirationskraft - - - 104 -

Inspirationskraft bei langsamer tiefer Athmung 70—80 Mm.
Exspirationskraft - - - - 60—80 -
Bei Einschaltung eines Hahns:
Inspirationskraft 72 Mm.
Exspirationskraft 70 -

3. Fr. Kpl., 39 Jahr. Seit 8 Monaten Husten und Auswurf. Seit 4 Monaten auch etwas Kurzathmigkeit beim Steigen. Leichte Heiserkeit. Sonst keine Beschwerden. Brust mässig kräftig, Percussion nicht abnorm. Normale Lungengrenzen. Ueberall am Thorax lautes Pfeifen. Pharynx und Larynx leicht entzündet.

Vitalcapacität 1100 Ccm.
Inspirationskraft bei forcirter Athmung 60 Mm.
Exspirationskraft - - - 50 -
Inspirationskraft bei langsamer tiefer Athmung 40—50 Mm.
Exspirationskraft - - - - 20—40 -
Bei Einschaltung eines Hahns gemessen:
Inspirationskraft 50 Mm.
Exspirationskraft 30 -

4. Wnn., 30 Jahre alt. Seit ca. 6 Monaten starker Husten. Kräftig gebaut. Percussion normal. Lungengrenzen nicht erweitert. Ueberall vesiculäres Athmen mit etwas Rasseln.

Vitalcapacität 3400 Ccm.
Inspirationskraft bei forcirter Athmung 90 Mm.
Exspirationskraft - - - 80 -
Inspirationskraft bei langsamer tiefer Athmung 66 Mm.
Exspirationskraft - - - - 60 -
Bei Einschaltung eines Hahns gemessen:
Inspirationskraft 66 Mm.
Exspirationskraft 60 -

5. Frl. Wllb., 16 Jahr. Seit 3 Jahren Husten, bald mehr, bald weniger. Auch Stimme etwas belegt. Sonst fühlt sich Pat. kräftig, hat ein gesundes Aussehen, ist namentlich frei von Athembeschwerden. Brust ist gut gebaut. Percussion vollkommen normal, auch in betreff der Lungengrenzen. Ueberall am Thorax scharfes vesiculäres Athmen, hier und da mit Rasseln. Leichte Pharyngo-Laryngitis.

Vitalcapacität 2100 Ccm.
Inspirationskraft bei forcirter Athmung 70 Mm.
Exspirationskraft - - - 50 -
Inspirationskraft bei langsamer tiefer Athmung 50—60 Mm.
Exspirationskraft - - - - 30—40 -
Bei Einschaltung eines Hahns:
Inspirationskraft 60 Mm.
Exspirationskraft 40 -

Asthma nervosum.

Einen ganz gleichen Effect wie die durch Bronchitis bedingte Verengerung der kleinsten Bronchien müss auch eine krampfhafte Verengerung der Bronchiallumina beim nervösen Asthma ausüben. Während des asthmatischen Anfalls besteht demnach gleichfalls eine Exspirationsinsufficienz, selbst unabhängig davon, ob bereits die Lungenelasticität gelitten hat oder nicht. Ist letzteres der Fall, und ist das Asthma, wie ja grösstentheils, mit Emphysem verbunden, dann treten die bei diesem hervorgehobenen Momente für das pneumatometrische Ergebniss in den Vordergrund.

Ohne läugnen zu wollen, dass auch ein inspiratorisches Asthma, d. h. ein auf Inspirations-Insufficienz beruhendes Asthma existiren könne, habe ich ein solches bisher doch noch nicht mittelst Pneumatometer mit Sicherheit constatirt. Im Gegentheil begegneten mir zuweilen Fälle, die auf mich nach den subjectiven Symptomen den Eindruck machten, als ob es sich bei ihnen in Wirklichkeit um inspiratorisches Asthma handelte, und bei denen dann die pneumatometrische Untersuchung trotzdem das Gegentheil nachwies. Die Anfälle dieser Personen unterschieden sich von den gewöhnlichen asthmatischen: Sie waren meist viel leichterer Natur, traten nur am Tage auf, waren nicht mit Pfeifen und Orthopnoë verbunden; die Patienten charakterisirten ihren Anfall derart, dass sie den Eindruck machten, sie könnten nicht tief genug einathmen, sie litten an Lufthunger, dabei machten sie häufig tiefe Inspirationsbewegungen mit einer Art von Seufzen verbunden. Die Anfälle dauerten zuweilen nur minutenlang, in anderen Fällen tage- und wochenlang, nur durch den Schlaf sistirt.

Einen ganz besonders charakteristischen Fall solchen nervösen Asthmas (Rnt., Schlächter, 30 Jahr) hatte ich erst vor kurzem zu beobachten Gelegenheit. Hier hatte ich, bevor ich die pneumatometrische Untersuchung ausführte, die Ueberzeugung gewonnen, einen wohl charakterisirten Fall von inspiratorischem Asthma vor mir zu haben. Weder Percussion noch Auscultation ergab an den Lungen und am Herzen etwas abnormes: vollkommen normale Lungen- und Herzgrenzen; überall reines vesiculäres Athmen, nirgends Pfeifen. Brust übrigens ziemlich kräftig gebaut. Zu meiner Ueberraschung fand ich auch hier bei der Pneumatometrie eine exspiratorische, keine inspiratorische Insufficienz, und es musste auf Emphysem geschlossen werden, obgleich sämmtliche übrigen Untersuchungsmethoden nichts davon nachweisen konnten.

Vitale Lungencapacität 2600 Ccm.
Inspirationszug bei forcirter Athmung 140 Mm.
Exspirationsdruck - - - 120 -
Inspirationszug bei langsamer Athmung 104 Mm.
Exspirationsdruck - - - 70 -

Bei Einschaltung eines Hahns, gleichgültig, ob forcirt oder langsam geathmet wurde:
Inspirationszug 104 Mm.
Exspirationsdruck 70 -

Herzkrankheiten.

Bei den meisten Herzkranken, die ich untersuchte, fand ich die pneumatometrischen Werthe von der Norm abweichend. Bei Insufficienz der Mitralklappe und bei Stenosis ostii venosi sinistri beobachtete ich grösstentheils eine Insufficienz der Exspiration, derart, dass diese entweder die Inspiration nur um sehr wenig überragte oder meist unter den Werth derselben herabging. In vorgeschrittenen Fällen war auch die Inspiration insufficient, aber weniger als die Exspiration.

Bei Insufficienz der Aortenklappen fand ich meist normale oder annähernd normale Werthe, sobald nicht erhebliche Compensationsstörungen vorhanden waren. Waren diese letzteren eingetreten, so fand ich gewöhnlich sowohl Inspiration als Exspiration herabgesetzt. Die Zahl der von mir untersuchten Fälle ist jedoch zu gering, als dass ich aus meinen bisherigen Beobachtungen feste Regeln ableiten dürfte.

Das gleiche gilt vom Fettherz. Auch hier fand ich in den wenigen von mir beobachteten Fällen sowohl die Inspiration als die Exspiration sehr wesentlich herabgesetzt; in einigen Fällen war die Exspiration grösser geblieben als die Inspiration, in anderen erstere noch mehr als letztere herabgesetzt.

Ich weiss mich vorläufig nicht im Stande, die pneumatometrischen Ergebnisse bei Herzkranken in massgebender Weise zu erklären.

Für die Herabsetzung der Exspirationskraft bei Insufficienz und Stenose der Mitralklappe steht mir kein anderer Erklärungsversuch zur Verfügung als der, den ich beim Bronchialcatarrh geltend machte, nämlich die Annahme, dass die Lungenhyperämie, die ja bei diesen Erkrankungen des Ostium venosum sinistrum fast regelmässig vorhanden ist, einen weit grösseren Widerstand für die Exspiration als für die Inspiration darbietet.

Ist Bronchitis oder Emphysem gleichzeitig vorhanden, so beeinflussen diese natürlich das Ergebniss, und unter solchen Um-

ständen ist die exspiratorische Insufficienz leicht aus der Complication zu erklären.

Eine Vergrösserung des Herzumfanges andererseits vermehrt den Widerstand für die Inspiration, indem der für die zu erweiternden Lungen disponible Thoraxraum verkleinert ist. Hieraus erklärt sich wohl manches pneumatometrische Resultat bei Kranken mit Hypertrophie und Dilatation eines oder mehrerer Herzabschnitte.

Sind Lungenblutungen in Folge des Herzleidens aufgetreten, und bestehen Lungenverdichtungen in Folge hämorrhagischer Infarcte, so wirkt diese Complication, ähnlich wie jede Verdichtung des Lungengewebes, herabsetzend auf die Inspiration.

Es sind demnach bei Herzkranken eine Reihe von Momenten vorhanden, welche einerseits auf den Exspirationsdruck, andererseits auf den Inspirationszug herabsetzend wirken können. Ich habe jedoch den Eindruck, dass für eine Reihe nicht complicirter Fälle diese Momente nicht völlig ausreichen, um die oft sehr bedeutende Verkleinerung der pneumatometrischen Werthe zu erklären.

In anderen Fällen scheint es, als ob in Folge der Circulationsstörungen die Körpermusculatur gelitten hätte, und dass vielleicht die herabgesetzte Kraft der Athemmuskeln — welche in solchen Fällen, sei es, dass es sich um Fettherz oder um Compensationsstörung des dilatirten und hypertrophischen Herzens handelt, gleich dem Herzmuskel selbst sich in theilweiser fettiger Degeneration befinden mögen — vornehmlich die Insufficienz der Inspiration sowohl wie der Exspiration bewirkt.

Ob auch die veränderten Druckverhältnisse im Circulationsapparat die pneumatometrischen Ergebnisse beeinflussen, muss ich vorläufig dahingestellt sein lassen.

Beispiele (vergl. auch den therapeutischen Theil).

1. Hn., Kanzleidiener, 65 Jahre alt. Insufficienz der Mitralklappe. Dauer des Leidens unbestimmt, wahrscheinlich schon seit Jahrzehnten; erst seit 4 Jahren stärkere Symptome. Seit 1 Jahre Dyspnoë, die in den letzten Monaten stark zugenommen hat. Puls sehr klein, eng, unregelmässig, 84. Rechter Ventrikel nur wenig, linker Vorhof ziemlich stark erweitert, etwas auch der linke Ventrikel. Emphysem oder Catarrh nicht nachweisbar. Grosse Schwäche. Oedema pedum.

Inspirationszug in maximo 120 Mm.
Exspirationsdruck - - 44 -

2. Dr., Beamter, 40 Jahre alt. Insufficientia valvul. mitralis. Dauer des Leidens nicht bestimmt anzugeben; wie es scheint 15—20 Jahre. Puls ausserordentlich klein, leer, weich, 72. Herzdämpfung nach rechts ein wenig, mehr nach links oben erweitert. Die Lungen überdecken das Herz und sind auch an ihren unteren Grenzen über die Norm ausgedehnt. Ueberall leises vesiculäres Athmen und sparsames Pfeifen. Es besteht also gleichzeitig Emphysem. Fettbauch. Oedema pedum. Hochgradige Dyspnoë.

Vitale Lungen-Capacität 1800 Ccm.
Inspirationszug in maximo 44 Mm.
Exspirationsdruck - - 20 -

3. Zt., Lehrer, 46 Jahre alt. Stenosis ostii venosi sinistri. Seit 25 Jahren angeblich 5 Mal „Lungenentzündung". Seit der Jugend geringfügiges Hüsteln, seit 5—6 Wochen stärker. Seit 4 Jahren Dyspnoë und Herzklopfen. Puls sehr eng, sehr klein, geschlängelt, mässig gespannt, 84. Herzdämpfung sowohl nach rechts wie nach links, besonders links oben stark erweitert. Präsystolisches Aftergeräusch. An beiden oberen Lungenspitzen geringe Dämpfung. Ueberall am Thorax vesiculäres Athmen und etwas Rasseln. Kräftige Constitution. Guter Ernährungszustand.

Vitale Lungen-Capacität 2600 Ccm.
Inspirationszug 90 Mm.
Exspirationsdruck 100 -

4. Baron Ksk., 59 Jahr. Hatte 4 Mal acuten Gelenkrheumatismus. Seit 8 Jahren Beschwerden von Seiten des Herzens. Häufig Oedema pedum. Pat. ist kräftig gebaut. Die Untersuchung des Herzens ergiebt die Symptome der Stenosis ostii ven. sinistri mit consecutiver Hypertrophie und Dilatation des linken Vorhofs und des rechten Ventrikels. Puls ziemlich klein, leer, wenig gespannt, 110. Urin sparsam, enthält etwas Eiweiss. Lungen nicht abnorm.

Vitalcapacität 1600 Ccm.
Inspirationskraft bei forcirter Athmung 90 Mm.
Exspirationskraft - - - 104 -
Inspirationskraft bei langsamer tiefer Athmung 60 Mm.
Exspirationskraft - - - - 80 -
Bei Einschaltung eines Hahns:
Inspirationskraft 60 Mm.
Exspirationskraft 80 -

5. Zbr., Lithograph, 31 Jahr. Vor 7 Jahren acuter Gelenkrheumatismus. Seit ca. $^1/_4$ Jahr wurde unregelmässiger Puls bemerkt. Seit 4 Wochen Druck auf der Brust beim schnellen Gehen. Sonst keine Beschwerden. Die Untersuchung der Brustorgane ergiebt eine wahrscheinlich nicht hochgradige Stenosis ostii venosi sinistri mit Dilatation und Hypertrophie des linken Vorhofs und des rechten Ventrikels. Lungen gesund. Pat. ist mässig kräftig gebaut.

Vitalcapacität 2000 Ccm.
Inspirationskraft bei forcirter Athmung 110 Mm.
Exspirationskraft - - - 100 -

Inspirationskraft bei langsamer tiefer Athmung 70—80 Mm.
Exspirationskraft - - - - 50—60 -
Bei Einschaltung eines Hahns:
Inspirationskraft 72 Mm.
Exspirationskraft 54 -

6. Hf., Kaufmann, 54 Jahre alt. Insufficienz der Aortenklappen mit starker Hypertrophie und Dilatation des linken Ventrikels. Vor 2 Jahren wurde das Leiden bereits constatirt; wie lange es besteht, ungewiss. Vor $^3/_4$ Jahren Oedem und Ascites; wieder geschwunden. Desgleichen vor 2 Monaten. Noch jetzt geringes Oedema pedum und unbedeutender Ascites. Hochgradige Dyspnoë. Sehr kräftige Constitution.

Inspirationszug 70 Mm.
Exspirationsdruck 80 -

7. Str., Kaufmann, 46 Jahre alt. Cor adiposum. Ursprünglich sehr kräftige Constitution mit Neigung zur Fettbildung. Sehr kräftig gebauter Thorax. Fettbauch. Seit 2 Monaten starke Dyspnoë. Puls mässig voll, ausserordentlich wenig gespannt, 96. Herztöne rein, aber ausserordentlich schwach, über der Aorta kaum hörbar. Lungen haben normale Grenzen, überdecken nicht das Herz. Ueberall reines leises vesiculäres Athmen. Urin klar, gelb, enthält etwas Albumen. (Ein Vierteljahr später tritt der Tod ein.)

Vitale Lungen-Capacität 1400 Ccm.
Inspirationszug in maximo 80 Mm.
Exspirationsdruck - - 52 -

Fünf Fälle von Herzaffectionen, auf der Leyden'schen Klinik untersucht, theilt Krause mit:

1. Arbeiter, 32 Jahr alt. Hochgradige Insufficienz der Aortenklappen mit starker Dilatation und Hypertrophie: Vitalcapacität 2500 Ccm.
   Inspirationskraft nach meiner Methode mit Biedert's Maske gemessen 40 Mm., Exsp. 200 Mm.;
   nach Krause's Methode Insp. 32 Mm., Exsp. 120 Mm.
2. Schneider, 26 Jahr. Mässige Stenosis ostii venosi sinistri. Geringe Hypertrophie und Dilatation. Vitalcapacität 2500 Ccm.
   Insp. 80 Mm. resp. 34 Mm.; Exsp. 180 Mm. resp. 114 Mm.
3. Arbeiter, 39 Jahr. Stenosis valv. Aortae. Keine Beschwerden seitens derselben.
   Vitalcapacität 3900 Ccm. Insp. 88 resp. 60 Mm.; Exsp. 90 resp. 84 Mm.
4. Kindermädchen, 19 Jahr, klein, schwächlich. Stenosis ostii ven. sinistri und Insufficienz der Mitralis. Vitalcapacität 1700 Ccm.
   Insp. nach Krause's Methode 14 Mm., Exsp. 60 Mm.
5. Schneider, 28 Jahr; schwächlich. Stenosis ostii ven. sinistri. Hochgradige Compensationsstörung. Catarrh. chron. Emphysem.
   Vitalcapicität 1400 Ccm. Insp. 24 resp. 10 Mm.; Exsp. 70 resp. 14 Mm.

Nach drei Monaten, da Pat. keine Beschwerden mehr hat:
Vitalcap. 1800 Ccm.; Insp. 26 Mm., resp. 16 Mm.; Exsp. 100 resp. 22 Mm.

Nur in dem dritten dieser Fälle überwiegt die Exspirations-Insufficienz, während in den übrigen mehr die Inspirationskraft herabgesetzt wurde.

Scoliosis und Kyphosis.

Die Kyphose sowohl wie die Scoliose, wenn sie hochgradig sind, müssen die pneumatometrischen Werthe sehr erheblich beeinflussen. Namentlich ist es die geringe Beweglichkeit der Thoraxwandungen, welche besonders der Inspiration erhebliche Widerstände entgegensetzt, aber auch einer ausgiebigen Exspiration hinderlich ist. Dazu kommt der Blutreichthum der Lungen, welcher gleichfalls die Exspirationskraft vermindert. Man wird deshalb bei den genannten Affectionen a priori eine Herabsetzung sowohl der Inspirations- wie der Exspirationskraft erwarten dürfen; indess wird wohl meistentheils die Inspirationskraft hauptsächlich beeinträchtigt werden.

Der folgende Fall ist besonders bemerkenswerth:

Agl., 65 Jahr alt. Hochgradig skoliotisch mit der Convexität des Brusttheils nach rechts. Sonst ziemlich gross gewachsen und kräftig gebaut. Seit 5 Jahren zunehmende Kurzathmigkeit, zuerst nur bei stärkeren Bewegungen, jetzt auch bei geringster Bewegung und selbst in der Ruhe. Kein Husten. Herz vollkommen gesund. Die Lungen reichen bis zur 8. Rippe in der Mammillarlinie hinab und überdecken das Herz. Unterer Leberrand überragt nicht den Rippenrand, obere Grenze an der 5. Rippe.

Inspirationskraft bei forcirter Athmung 30 Mm.
Exspirationskraft - - - 50 -
Inspirationskraft bei langsamer Athmung 20—22 Mm.
Exspirationskraft - - - 30 Mm.
Bei Einschaltung eines Hahns:
Inspirationskraft 20 Mm.
Exspirationskraft 30 -
Vitale Lungencapacität 900 Ccm.

Hier bestand offenbar Emphysem, und dennoch überwog die Inspirations-Insufficienz über die Exspirations-Insufficienz.

Krause erhielt auf der Leyden'schen Klinik bei zwei Kranken folgenden Status:

1. Der erste Fall betrifft einen 38jährigen Schuhmacher mit hochgradiger rechtsseitiger Scoliose, starker Cyanose und Dyspnoë.

Vitalcapacität = 800 Ccm.
Inspirationskraft = 4 Mm.
Exspirationskraft = 4 Mm.

Nach Krause's Methode gemessen:
Inspirationskraft 0,5.
Exspirationskraft 2 Mm.

Die Autopsie ergab noch theilweise Atelektase der rechten Lunge, ausserdem Hyperämie der Lungen.

Die Messung der Lungenelasticität an der Leiche durch Einbinden eines Manometers in die Trachea ergab bei Eröffnung der rechten Thoraxhälfte 0,5 Mm., der linken Null.

2. 36jähriger Tischler mit starker Scolio-Kyphose und chronischem Bronchialcatarrh.

Die erste Messung ergab:
Vitalcapacität 650 Ccm.
Inspirationskraft nach meiner Methode mit Biedert's Maske gemessen 30 Mm.; Exspirationskraft 70 Mm.;
nach Krause Methode: Inspirationskraft 2 Mm., Exspiration 8 Mm.

Die zweite Messung $2^1/_2$ Monate später, nachdem der Bronchialcatarrh bedeutend gebessert, ergab:
nach meiner Methode mit Biedert's Maske: Inspirationskraft 30 Mm., Exspirationskraft 88 Mm.;
nach Krause's Methode: Inspirationskraft 10 Mm.; Exspirationskraft 40 Mm.; Vitalcapacität 950 Ccm.

Eine dritte Messung nach weiteren 4 Wochen ergab:
nach meiner Methode gemessen: Inspirationskraft 32 Mm., Exspirationskraft 72 Mm.;
nach meiner Methode mit Biedert's Maske: Inspirationskraft 34 Mm., Exspirationskraft 80 Mm.;
nach Krause's Methode: Inspirationskraft 11 Mm., Exspirationskraft 38 Mm.

Affectionen des Abdomen.

Das Abdomen ist bei der Athmung sehr wesentlich betheiligt, einerseits indem es für die Excursionen des Zwerchfells Raum geben muss, andererseits indem seine Musculatur bei der Exspiration ganz vorzugsweise betheiligt ist. Hieraus ist schon a priori zu folgern, das gewisse Abdominalaffectionen nicht ohne Einfluss auf die Ergebnisse der Pneumatometrie bleiben können.

Schmerzhafte Processe im Abdomen, namentlich in der Nähe der Bauchmuskeln, müssen hauptsächlich die Exspiration hindern oder eine forcirte Exspiration überhaupt völlig unmöglich machen. Dagegen werden schmerzhafte Affectionen dicht unterhalb des Zwerchfells, z. B. an der Leber, ausser der Exspiration auch die Inspiration wesentlich hemmen.

Am meisten in Betracht kommen Tumoren des Abdomen. Indem diese den Raum der Unterleibshöhle beschränken, setzen sie einer weiteren Compression derselben, wie sie als Wirkung der exspiratorischen Bauchpresse auftritt, einen Widerstand entgegen. Bei der Inspiration dagegen tritt zwar auch durch das Herabtreten des Zwerchfells eine Raumbeschränkung im Abdomen ein, aber diese kann sich durch Hervorwölben der vorderen Bauchwand wieder ausgleichen. Die Unterleibstumoren bilden also hauptsächlich Exspirations-Widerstände und müssen demgemäss, wenn sie beträchtlich genug sind, die Exspiration insufficient machen. Tumoren in der Nähe des Zwerchfells werden indessen nicht minder der Contraction des letzteren und somit auch der Inspiration Widerstände entgegensetzen.

In gleicher Weise werden Adhäsionen im Abdomen sowohl auf die Exspiration wie auf die Inspiration als Widerstände wirken können, insoweit sie die Verschiebung der Eingeweide gegen einander bei der Contraction der Bauchmuskeln oder beim Herabsteigen des Zwerchfells zu beeinträchtigen vermögen.

Diese theoretischen Betrachtungen haben in einer Reihe von Fällen, welche Eichhorst publicirte, ihre praktische Bestätigung gefunden.

Eichhorst fand zunächst, dass die Gravidität stets die Exspiration insufficient mache. Das gleiche Verhalten beobachtete er bei anderen Abdominaltumoren und bei schmerzhaften Bauchaffectionen, so in einem Falle von schmerzhaftem Carcinoma hepatis, in einem Falle von Lebercirrhose im ersten Stadium mit starkem Milztumor, endlich in zwei Fällen von schmerzhaftem peritonitischem und parametritischem Exsudat. Bei den schmerzhaften Processen fand sich auch die Inspiration unter die Norm herabgesetzt; aber die Exspiration war noch unter das Mass der insufficienten Inspiration herabgegangen. Uebrigens erscheint auch in einigen Fällen von Graviditas die Inspiration gleichfalls insufficient, aber weniger als die Exspiration.

Treten bei Schwangeren noch andere Affectionen auf, welche die pneumatometrischen Werthe ihrerseits gleichfalls beeinflussen, so kann das Endergebniss ziemlich complicirt werden. Von besonderem Interesse möchte ein von mir beobachteter Fall sein, in welchem eine Gravida an Pleuritis litt. Hier überwog trotz der Gravidität das durch die Pleuritis gesetzte Inspirations-Hinderniss.

(Der Fall wird im therapeutischen Theil ausführlich mitgetheilt werden.)

Abnorme Anfüllung des Magens und der Gedärme durch überreichlich genossene Speisen und Getränke können, eben so wie Tumoren, Widerstände für die Exspiration und in geringerem Masse auch für die Inspiration darbieten. Deshalb vermeide man die pneumatometrische Untersuchung unmittelbar nach reichlicher Mahlzeit, weil dadurch Fehlerquellen für die Beurtheilung geschaffen werden können.

Beispiele von Eichhorst.

Graviditas. Wir entnehmen den mitgetheilten 14 Fällen nur die folgenden:

1. Dienstmädchen, 28 Jahre alt. Gravida im 10. Monat. I para.
   Inspirationszug 65 Mm.
   Exspirationsdruck 48 -
2. Arbeitsfrau, 39 Jahre alt. Gravida im 6. Monat. VII para.
   Inspirationszug 66 Mm.
   Exspirationsdruck 21 -
3. Arbeitsfrau, 26 Jahre alt. Gravida im 7. Monat. II para.
   Inspirationszug 36 Mm.
   Exspirationsdruck 11 -
4. Arbeitsfrau, 26 Jahre alt. Gravida im 8. Monat. III para.
   Inspirationszug 24 Mm.
   Exspirationsdruck 20 -

In den letzten beiden Fällen ist entschieden nicht nur die Exspiration, sondern auch die Inspiration insufficient, wenn auch in geringerem Grade als erstere.

5. Sehr schmerzhaftes Lebercarcinom, welches den grösseren Theil der rechten Abdominalhälfte einnimmt, bei einer 68jährigen Frau.
   Inspirationszug 26 Mm.
   Exspirationsdruck 18 -

6. Schmerzhaftes peritonitisches Exsudat der Regio inguinalis superior sinistra in Folge eines Trauma bei einer 33jährigen Arbeiterfrau.
   Inspirationszug 60 Mm., nach 13 Tagen 23 Mm.
   Exspirationsdruck 18 - - 13 - 17 -

7. Sehr schmerzhaftes umfangreiches parametritisches Exsudat bei einem 18jährigen Dienstmädchen.
   Inspirationszug 46 Mm., nach 4 Wochen 47 Mm.
   Exspirationsdruck 17 - - 4 - 34 -

8. Lebercirrhose im ersten Stadium bei einem 30jährigen Schuhmacher. Leberdämpfung reicht von der vierten Rippe bis zum Nabel. Die Milz nimmt fast die ganze linke Abdominalhöhle ein.
   Inspirationszug 72 Mm.
   Exspirationsdruck 40 -

Ich selbst beobachtete folgenden Fall, der gleichfalls das oben dargelegte bestätigt.

Pl., Maschinenbauer, 57 Jahre alt. Seit einigen Jahren allmälige Abnahme der Kräfte, seit 3 Monaten vollkommene Appetitlosigkeit, viel Aufstossen, zuweilen Erbrechen, Druck und schmerzhaftes Gefühl in der Magengegend, Beklemmung beim Athmen, Stuhl retardirt, Abmagerung, grosse Mattigkeit. Die Untersuchung ergiebt einen auf Druck leicht schmerzhaften, der Bauchwand anliegenden, harten Tumor im Epigastrium, der bis in die Nähe des Nabels hinabreicht und höchst wahrscheinlich vom linken Leberlappen ausgeht. Auch der ganze rechte Leberlappen ist intumescirt, aber weniger als der linke. Die Diagnose wurde auf Carcinoma hepatis gestellt, wahrscheinlich secundär nach einem Carcinoma ventriculi. Lungen nicht abnorm.

Inspirationszug 120 Mm.
Exspirationsdruck 52 -
Vitale Lungencapacität 2750 Ccm.

Dagegen theilt Krause aus der Leyden'schen Klinik einen Fall von Ascites in Folge chronischer Peritonitis mit, in welchem sowohl die Inspirations- wie die Exspirationskraft, erstere aber mehr als die letztere herabgesetzt war. Der Fall ist dadurch wichtig, dass in verschiedenen Stadien der Krankheit die Messung wiederholt wurde. Ich führe hier nur die nach Krause's Methode gewonnenen Zahlen, da die übrigen Zahlen nicht fehlerfrei zu sein scheinen, an:

Erste Messung: Vitalcapacität 1700 Ccm., Insp. 20 Mm., Exsp. 52 Mm.

Zweite Messung nach 7 Tagen, bei zugenommenem Ascites: Vitalcapacität 1400 Ccm., Insp. 13 Mm., Exsp. 36 Mm.

Dritte Messung am folgenden Tage nach Entleerung von 12 000 Ccm. Flüssigkeit, während Patient noch von der Operation angegriffen ist:
Vitalcapacität 1400 Ccm., Insp. 23 Mm., Exsp. 52 Mm.

Vierte Messung zwei Tage später:
Vitalcapacität 1950 Ccm., Insp. 30 Mm., Exsp. 58 Mm.

In einem Falle von Perityphlitis bei einem 26jährigen kräftigen Arbeiter, der noch ambulant war und nur mässig starke Schmerzen im Abdomen hatte, fand Krause:
Vitalcapacität 3000 Ccm., Insp. 70 Mm., Exsp. 150 Mm.

Muskelatrophie und Lähmung.

Atrophie der gesammten Körpermusculatur muss naturgemäss sowohl die Inspirations- als die Exspirationskraft herabsetzen. Atrophie, die sich nur auf gewisse Muskelgruppen beschränkt,

wird diejenige Phase der Athmung beeinträchtigen, für welche die atrophischen Muskeln functioniren. Bei der progressiven Muskelatrophie wird hauptsächlich die Inspiration insufficient werden, in so weit gewöhnlich die Affection vornehmlich die Brustmuskeln betrifft; schreitet die Atrophie auch auf Muskeln, welche der Exspiration dienen, fort, so wird auch diese beeinträchtigt, bis zuletzt so vollständige Athmungs-Insufficienz eintritt, dass das Leben dabei nicht bestehen kann.

Eine gleiche Wirkung wie die Muskelatrophien müssen Lähmungen haben, welche das Gebiet der Ein- und Ausathmungsmuskeln berühren.

Ich hatte Gelegenheit einen eclatanten Fall von Bulbär-Paralyse (Glosso-Palato-Labial-Paralyse) combinirt mit progressiver Muskelatrophie des Rumpfs und der oberen Extremitäten zu beobachten und manometrisch zu untersuchen.

Frl. Lv., 22 Jahre alt. Seit ca. 1 Jahr allmälig sich einstellende näselnde Sprache, die später mehr und mehr in eigenthümlicher Weise unverständlich wird. Patientin vermag die Lippen nicht vollkommen zu schliessen, zu pfeifen, Licht auszublasen etc.; auch das Ausspeien fällt schwer. Beim Schlucken kommen die Speisen durch die Nase zurück. Dabei zunehmende Athembeschwerden, grosse Schwäche im Rumpf und in den oberen Extremitäten, Patientin vermag den Kopf nicht festzuhalten. Das Velum ist total gelähmt (Stimmbänder fungiren normal); Zunge atrophisch, zittert beständig, folgt nicht dem Willensimpuls. Mund- und Pharynxhöhle mit zähem Speichel bedeckt, Schleimhaut geröthet. Pectorales sehr abgemagert, links mehr als rechts; fibrilläre Zuckungen. Cucullares und Rumpfmuskeln gleichfalls abgemagert, rechts mehr als links. Beide Arme gleichfalls atrophisch. Untere Extremitäten scheinen normal. (Ca. 6 Wochen später erfolgt der Tod durch Athmungsinsufficienz.)

Inspirationszug in maximo 20 Mm.
Exspirationsdruck - - 20 -

Wenn ich die Kranke statt inspiriren aus dem Mundstück des Manometers aspiriren liess, so konnte Patientin das Quecksilber auch nur mit Mühe auf 60 Mm. heraufziehen. Zu bemerken hierbei ist übrigens, dass Patientin auch nicht im Stande war, mit ihren Lippen das Mundstück so fest zu umfassen, dass ein luftdichter Verschluss entstand.

Erhöhte Temperatur und Fieber.

„Von besonderer Wichtigkeit erscheint es, die Wirkung des fieberhaften Processes auf die Athmungskraft kennen zu lernen,

Dass derselbe mindestens die Kraft der In- und Exspirationsmuskulatur an sich herabsetzen wird, ist wohl mit Sicherheit anzunehmen, ob er nicht noch in anderer Weise wirkt, wäre zu untersuchen."

Mit diesen Worten äusserte ich mich bei Gelegenheit der ersten Auflage dieses Werkes. Unterdess haben sehr wichtige Untersuchungen, welche auf Anregung Manasseïn's von Stolnikow ausgeführt worden sind, den Gegenstand verfolgt und zu höchst bemerkenswerthen Resultaten geführt:

Zunächst stellte Stolnikow auf Manasseïn's Klinik pneumatometrische Untersuchungen an verschiedenen fiebernden Kranken (Ileotyphus, Febris recurrens u. a.) an und verglich die gewonnenen Werthe mit denen, die er an denselben Personen bei erneuter Untersuchung nach ihrer Genesung erhielt. Es ergab sich, dass während des Fiebers sowohl die Ein- wie die Ausathmungskraft erheblich, selbst um das 3—5fache, herabgesetzt war, dass aber die Exspirationskraft sich in stärkerem Masse verminderte als die Inspirationskraft. Erstere übertraf nicht mehr die letztere, sondern sank bis zum Werthe dieser oder unter denselben herab.

Um zu prüfen, welcher Antheil hieran der erhöhten Temperatur an sich, unabhängig von den übrigen im Fieber daneben noch vorhandenen Factoren, zukomme, stellte Stolnikow an sich selbst Versuche im russischen Dampfbad an: Während er normal 90 Mm. Inspirations-, 110 Mm. Exspirationskraft besass, erreichte er im Dampfbade, nachdem seine Körpertemperatur sich bis auf 39,2° gesteigert hatte, sowohl während der Inspiration als während der Exspiration nur eine Kraft von 74 Mm.

Aus diesen Versuchen geht also hervor, dass die erhöhte Temperatur an sich sowohl die Inspirations- wie die Exspirationskraft, letztere aber in viel höherem Masse, herabsetzt. Zu erklären ist diese Thatsache nur dadurch, dass die erhöhte Temperatur einerseits die Muskelkraft, andererseits ganz besonders die Lungenelasticität vermindert.

Nach diesen Beobachtungen Stolnikow's lassen sich möglicherweise manche Fälle von Emphysem aufklären, für die es bisher an einem ätiologischen Moment fehlte. Es ist nämlich, nach Analogien zu urtheilen, wahrscheinlich, dass wenn während einer fieberhaften Erkrankung die elastische Kraft des Lungengewebes längere Zeit herabgesetzt ist, auch nach dem Auf-

hören des Fiebers diese sich nicht immer vollständig wieder herstellt, und dass dann daraus bei geringfügigen Gelegenheitsursachen, z. B. bei körperlicher Anstrengung, Bronchitis u. a., Ausweitung des Lungengewebes und Emphysem entstehen können.

Ganz kürzlich erschien eine zweite, sehr eingehende Arbeit von Stolnikow, in welcher er eine grosse Zahl von Untersuchungen mittheilt, die er an 164 fiebernden Kranken (Typhus abdominalis, Recurrens, Typhus exanthematicus, Intermittens u. a.) auf W. Besser's Klinik während der Fieberzeit sowohl wie in der Reconvalescenz mit anerkennenswerthem Fleisse ausgeführt hat. Diese Beobachtungen bestätigen auf's vollkommenste die bereits in der ersten Arbeit mitgetheilten Ergebnisse. Es zeigte sich während des Fiebers regelmässig einerseits die Muskelkraft, andererseits die Lungenelasticität sehr erheblich herabgesetzt.

Für den Grad der Muskelkraft-Verminderung hat man einen guten Werthmesser in der oben p. 74 von mir gegebenen Formel:

$$\text{Insp.} + \text{Exsp.} = m + m'.$$

Setzen wir als Beispiel irgend einen Fall, etwa No. 1 aus Stolnikow's Krankenbeobachtungen: derselbe betrifft einen Typhuskranken, welcher am 5. und 7. Beobachtungstage bei einer Temperatur von 40 2° die niedrigsten pneumatometrischen Werthe zeigte: Inspirationskraft: 18 Mm., Exspirationskraft 16 Mm.

Bei seiner Entlassung $7\frac{1}{2}$ Wochen später hatte er dagegen: Inspirationskraft 120 Mm., Exspirationskraft 140 Mm.

Auf der Höhe des Fiebers betrug demnach $m + m'$, d. h. die Summe seiner sowohl der forcirten Inspiration wie der Exspiration dienenden Muskelkraft 16 + 18 Mm. = 34 Mm. Nach der Genesung dagegen betrug die Kraft der gleichen Muskulatur 120 + 140 Mm. = 260 Mm., also mehr als sieben mal so viel.

Betrachtet man die einzelnen mitgetheilten Fälle nach diesem Gesichtspunkte, so sieht man, besonders beim Ileo-Typhus, die Muskelkraft gar nicht selten so hochgradig wie in dem oben mitgetheilten Beispiel, in den meisten Fällen aber mindestens auf den 3.—4. Theil der normalen Kraft herabgesetzt.

Wie erheblich neben der Muskelkraft auch die Lungenelasticität gelitten haben muss, zeigt gleichfalls das obige Beispiel, dem sich die zahlreichen anderen zur Seite stellen. Ueberall nämlich hat die Exspirationskraft weit mehr gelitten als die Inspirationskraft.

Stolnikow fügt in seiner zweiten Arbeit noch neue zahlreiche Untersuchungen über die Wirkung heisser Bäder an. Auch unmittelbar nach heissen Bädern, sowohl russischen wie Wannenbädern, selbst noch nach $\frac{1}{2}$ Stunde und später, fand sich, während auch die Körpertemperatur sich erhöht zeigte, sowohl die Inspirations- wie die Exspirationskraft wesentlich herabgesetzt, aber auch hier die letztere in viel stärkerem Masse als die erstere. Hier besteht demnach die reine Wirkung der Hitze, welche sowohl die Muskelkraft wie die Lungenelasticität schwächt.

Im Gegensatz hierzu wirken kalte und kühle Bäder bei gesunden und ganz besonders bei fiebernden kräftigend sowohl auf die Muskelkraft wie auch auf die Lungenelasticität, wovon sich Stolnikow gleichfalls durch

pneumatometrische Untersuchungen, welche er mittheilt, auf's schlagendste überzeugte.

Die grosse Bedeutung von Stolnikow's Beobachtungen für die Lehre vom Fieber sowie für die Hydrotherapie bedarf nicht erst einer besonderen Hervorhebung.

Alkoholismus.

Wassiljew stellte gleichfalls auf Manasseïn's Klinik Untersuchungen über die Wirkung des Alkoholismus auf die Athemkraft an. Er fand, dass unter dem Einfluss der Trunksucht sowohl die Inspirations- wie die Exspirationskraft herabgesetzt wird, und zwar rascher bei Gelegenheitstrinkern als bei chronischen Säufern.

Andere Erkrankungen.

Es ist mehr als wahrscheinlich, dass mit den speciell aufgeführten Krankheiten die Reihe derjenigen noch nicht geschlossen ist, welche einen Einfluss auf die pneumatometrischen Druck- und Zugwerthe äussern.

Die Beobachtungen, welche Perls an Leichen machte, legen die Möglichkeit nahe, dass gewisse Affectionen die Lungenelasticität direct beeinträchtigen und zwar durch eine der anatomischen Untersuchung bisher entgangene oder ihr überhaupt nicht zugängliche krankmachende Einwirkung auf das Lungenparenchym und speciell auf das elastische Gewebe desselben. So fand Perls bei einem an Phosphorvergiftung, bei 5 an Ileotyphus und bei 1 an diphtheritischer Cystitis gestorbenen die Lungenelasticität an der Leiche auffallend gering, obgleich locale Lungen- oder Pleura-Affectionen nicht zugegen waren. In dem Falle von Phosphorvergiftung betrug die elastische Druckkraft in der Leiche, welche für Gesunde, wie wir sahen[1]), auf circa 80 Mm. geschätzt wird, nur 11 Mm., bei einem Typhusfalle sogar nur 5 Mm., bei zwei Typhusfällen je 12 Mm., bei den beiden übrigen 25 resp. 36 Mm.

Es wäre möglich, dass in den Fällen von Ileotyphus die Verminderung der Elasticität allein auf Rechnung des Fiebers kommt. Andererseits ist es wohl denkbar, dass das toxische Agens an sich eine moleculäre Veränderung des Lungenparenchyms und dadurch Herabsetzung seiner Elasticität bewirke.

1) Vergl. oben p. 72.

Es wäre von grossem Interesse, nach dieser Richtung hin pneumatometrische Versuche an lebenden anzustellen; möglich, dass sich ganz neue wichtige Gesichtspunkte hierbei eröffnen.

Nach den im vorstehenden dargelegten Thatsachen, welche eine vollkommene Harmonie zwischen Theorie und Praxis bekunden, scheint es mir überflüssig, die Bedeutung und den Werth der Pneumatometrie für die medicinische Praxis noch besonders hervorheben zu wollen. Genug, wir haben ein neues diagnostisches Hülfsmittel gewonnen, welches uns über Zustände, die theilweise anderen Untersuchungsmethoden unzugänglich sind, aufklärt und zwar in der exactesten Weise, in durch Zahlen ausdrückbaren Werthen. Wir sind durch die Pneumatometrie um eine neue, wirklich physicalische Untersuchungsmethode bereichert, welche den übrigen physicalischen Methoden der Diagnostik sich ebenbürtig an die Seite stellen darf. Sie beansprucht keine Bevorzugung vor den übrigen längst eingebürgerten diagnostischen Hülfsmitteln, aber eben so wenig hat man fortan das Recht, sie gegen dieselben zurückzusetzen. Alle Hülfsquellen sind zu benutzen, die zu einer genau individualisirenden, exacten Diagnose hinführen, und wer die Schwierigkeit einer solchen kennt, wird jede diesem Zwecke dienende Bereicherung zu würdigen wissen und — was die Hauptsache, trotz mancherlei Unbequemlichkeiten sich gern aneignen wollen.

II. Die Spirometrie.

Literatur.

Stephan Hales: Vegetable Staticks: Or an Account of some Statical Experiments on the Sap in Vegetables etc. London 1727. — Deutsche Uebersetzung dieses Werkes: Stephan Hales. Statick der Gewächse etc. Halle 1748. — John Hutchinson: Von der Capacität der Lungen und von den Athmungsfunctionen etc. Aus dem Englischen übersetzt und mit Anmerkungen versehen von Dr. Samosch. Braunschweig 1849. Vieweg. [Hutchinson liess seine Arbeit zuerst in der Londoner ärztlichen Gesellschaft am 28. April 1846 verlesen.] — Gustav Simon: Ueber die Menge der ausgeathmeten Luft bei verschiedenen Menschen. Giessen 1848. — Fabius: De spirometro ejusque usu. Dissert. Amsterdam 1853. — Zeitschrift für rationelle Medicin. Neue Folge. Bd. 4. — Schneevogt: Ueber den praktischen Werth des Spirometers. Zeitschrift für rationelle Medicin. Neue Folge. Bd. 5. — Wintrich: Krankheiten der Respirationsorgane. Band V. erste Abtheilung von Virchow's Handbuch der speciellen Pathologie und Therapie. Erlangen 1854. Ferdinand Enke. — Friedr. Arnold: Ueber die Athmungsgrösse des Menschen. Ein Beitrag zur Physiologie und zur Diagnostik der Krankheiten der Athmungsorgane. Heidelberg 1855. Mohr. — Carl Wilhelm Müller: Die vitale Lungencapacität und ihre diagnostische Verwerthung. Göttinger Inaug.-Dissert. Leipzig 1868.

Ich habe nicht die Absicht, die Lehre von der Spirometrie irgend wie erschöpfend darzustellen. Nach der grundlegenden Arbeit des hochverdienten Schöpfers der Spirometrie, Hutchinson, den darauf folgenden prüfenden und ergänzenden werthvollen Bearbeitungen von Gustav Simon, Fabius, Schneevogt u. a. und den einen gewissen Abschluss herbeiführenden vorzüglichen Leistungen von Wintrich, Arnold und C. W. Müller wäre eine bessere Darstellung des Gegenstandes kaum möglich und deshalb ein erneuter Versuch dazu fast überflüssig. Ich will mich deshalb auf

einige praktische Bemerkungen beschränken, die sich als Resultate aus meinen langjährigen Beobachtungen ergeben.

Von hohem Interesse ist es, dass bereits Hales, den ich auch bei der Pneumatometrie an erster Stelle zu nennen Gelegenheit hatte, und vor ihm sogar schon Jurin (Transactions philosophiques Vol. I. p. 415), den er citirt, die Vitalcapacität gemessen haben. Hales und Jurin erhielten einen Werth von 220 Cubikzoll, welcher ca. 3866 Cubikcentimeter entspricht — eine Zahl, welche Bürgschaft für die Richtigkeit der ausgeführten Messung zu liefern im Stande ist. Mit Hülfe dieser Beobachtung hielt Hales den von Jacob Keil (Tentamina medico-physica) für den gesammten Rauminhalt der Lunge berechneten Werth von 226 Cubikzoll für zu klein, indem er ausser den von ihm gefundenen 220 Cubikzoll noch die Residualluft in Anschlag brachte.

Bemerkenswerth ist auch, dass Hales für die gewöhnliche Respiration nur 40 Cubikzoll Luft (= ca. 713 Cubikcentimeter) in Anspruch nahm.

Mit der Mittheilung dieser historischen Notiz sollen die Verdienste Hutchinson's, welcher trotz seines Vorläufers dennoch die Spirometrie erst neu erfinden musste, keineswegs geschmälert werden.

Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass die Spirometrie sich nicht der allgemeinen Verbreitung erfreut, welche sie nach den bisher veröffentlichten Untersuchungen zu verdienen scheint, dass sie als diagnostisches Hülfsmittel bei den wissenschaftlichen Aerzten, in Krankenhäusern und selbst in Kliniken sehr wenig in Gebrauch ist, und dass sogar diejenigen, denen die Pflege und Erweiterung der medicinischen Diagnostik ganz besonders am Herzen liegt, und die deshalb die Spirometrie als neues Hülfsmittel mit Freuden annahmen, sich mit der Zeit allmälig mehr und mehr von ihr abgewendet haben. Ich selbst war nahe daran, dass es mir ähnlich erging, bis ich durch die Untersuchungen der letzten Jahre, namentlich die therapeutischen, die mich in eine neue Richtung lenkten, auch der Spirometrie eine besondere Seite abgewann, welche ihre hohe Wichtigkeit ausser Frage stellte.

Woran liegt es, so muss man füglich fragen, dass eine Methode, die so ausserordentlich einfach ist und keiner besonderen Einübung von Seiten des Arztes oder des Patienten bedarf, die ferner von Männern der Wissenschaft, wie namentlich Wintrich, als im hohen Grade werthvoll so warm empfohlen wurde, dennoch so wenig Verbreitung gefunden oder einen bereits vorhandenen Ruf wieder eingebüsst hat? Die Schwierigkeit, mit der jede Neuerung zu kämpfen hat, kann nur theilweise dies erklären. Es liegen entschieden tiefere Gründe vor, die ich aufdecken möchte.

Ehe der Arzt sich entschliesst, zu seinem vorhandenen, bereits

schwer genug wiegenden Instrumenten-Apparat noch einen neuen hinzuzufügen, auf die Untersuchung des Kranken, die so schon Zeit genug in Anspruch nimmt, noch fernere Zeit für eine neue Exploration zu verwenden, muss er erst die Ueberzeugung gewonnen haben, dass der neue Aufwand auch der Mühe verlohnt, dass das Resultat der neuen Untersuchungsmethode auf die Diagnose, Prognose und Therapie einen wesentlichen Einfluss übt. Ob und bis zu welchem Grade dies mit der Spirometrie der Fall ist, wollen wir in folgendem untersuchen.

Die bisherigen Beobachtungen über Spirometrie und der gegenwärtige Stand dieser Methode.

Das Spirometer misst bekanntlich die vitale Lungencapacität, d. h. das Quantum Luft, welches die Lungen von ihrer äussersten Exspirationsstellung bis zur tiefsten Inspiration in sich aufzunehmen vermögen. Nicht gemessen bleibt die Residualluft, d. h. dasjenige Luftquantum, welches auch nach der forcirten Exspiration noch in den Lungen verbleibt. Die vitale Lungencapacität setzt sich zusammen aus 1) der Reserve-Luft, d. h. derjenigen Luftmenge, welche nach der gewöhnlichen flachen Exspiration bis zur forcirten tiefsten Exspiration aus den Lungen entweicht; 2) der Respirationsluft, d. h. derjenigen Luftmenge, welche der gewöhnlichen flachen Ein- und Ausathmung dient, und 3) der Complementärluft, d. h. derjenigen Luftmenge, welche von der gewöhnlichen Inspiration bis zur möglichst tiefsten Inspiration die Lungen noch in sich aufzunehmen im Stande sind.

Auf die Beschreibung des Hutchinson'schen und ähnlicher Spirometer verzichte ich, weil ich diese als bekannt voraussetzen darf, ebenso auf die Details der Untersuchung.

Ich benutzte früher das Spirometer von Phöbus. Dasselbe ist sehr verbreitet, hauptsächlich deshalb, weil es sich durch Einfachheit und unverhältnissmässig viel grössere Wohlfeilheit vor dem Hutchinson'schen Spirometer auszeichnet.

Später, als ich meine Untersuchungen mit dem pneumatischen Apparat anstellte, kam ich zu dem Ergebniss, dass das Phöbus'sche Spirometer für genaue Messungen unbrauchbar ist. Dasselbe besteht bekanntlich aus zwei cylinderförmigen Gefässen, von denen das eine, mit einer Cubikcentimeter-Skala dem Rauminhalt entsprechend versehen, den Boden nach oben, in das

andere hineingestülpt ist. An dem Boden, resp. der Decke des inneren Gefässes ist eine Oeffnung, welche durch einen Schlauch mit dem Mundstück in Verbindung steht. Der innere Cylinder ist nicht durch Gewichte äquilibrirt; hierauf beruht die Vereinfachung und zugleich die Fehlerhaftigkeit des Phöbus'schen Spirometers.

Wägungen und Messungen an dem Phöbus'schen Spirometer, welches ich besitze, ergaben, dass das Gewicht des inneren Cylinders 1 Pfund beträgt, und dass der Druck einer Atmosphäre auf die Oberfläche desselben auf ca. 350 Pfund sich berechnet. Die Luft im inneren Cylinder steht demnach dauernd unter einem Ueberdrucke von ca. $^1/_{350}$ Atmosphäre; also um so viel wird sie durch das Gewicht des Cylinders comprimirt.

Stellt man nun spirometrische Messungen an, so hat der zu untersuchende den Ueberdruck des Cylinders, also $^1/_{350}$ Atmosphärendruck, zu überwinden, oder mit anderen Worten, er exspirirt in comprimirte Luft. Nun werden wir später sehen, dass bei der Exspiration in comprimirte Luft ein geringeres Luftquantum ausgeathmet wird, als bei normalem Atmosphärendruck. Die am Phöbus'schen Spirometer erhaltenen Werthe sind demnach zu klein.

Freilich ist nun für gesunde, kräftige Menschen ein Ueberdruck von $^1/_{350}$ Atmosphäre so geringfügig, dass die Differenz, um welche das Resultat zu klein ausfällt, nur unbedeutend ist. Anders dagegen verhält es sich bei Kranken, deren Athemkraft gelitten hat, und bei denen das Ueberwinden eines Ueberdruckes von $^1/_{350}$ Atmosphäre schon sehr wesentlich das Endergebniss modificirt.

Hierzu kommt noch, was kaum zu vermeiden ist, dass sich auch eine grössere oder kleinere Quantität Wasser auf dem Deckel des inneren Cylinders befindet. Das Gewicht dieses Wassers muss zu dem des Cylinders hinzuaddirt werden, und hierdurch wird thatsächlich der zu überwindende Ueberdruck noch grösser, als angegeben ist.

Ich kann demnach das Phöbus'sche Spirometer und andere ähnliche, bei denen der Cylinder nicht äquilibrirt ist, zu genauen Untersuchungen nicht empfehlen [1]).

Wer im Besitze meines pneumatischen Apparats ist, kann denselben sehr zweckmässig als Spirometer benutzen, indem er an die Schnüre des Apparats so viele Gewichte anhängt, als der innere Cylinder wiegt, meist 10 Pfund. Ich that dies von Anfang an. Nun besass aber der ursprüngliche Apparat nur eine Scala nach Centimetern, und jedem Centimeter Cylinderhöhe entsprechen 573 Ccm. Rauminhalt, so dass immer eine Multiplication noth-

1) Ich sehe hierbei ab von den — ich weiss nicht, ob häufig, oder selten vorkommenden — Fehlern in der Scala, die nicht dem Autor, sondern dem Mechaniker zur Last fallen. Ein Spirometer z. B., welches ich genau ausmass, und dessen Inhalt ich berechnete, zeigte eine vollkommen fehlerhafte Scala. Ich fürchte, dass hier nicht etwa eine Ausnahme vorlag, und möchte den Herren Collegen empfehlen, ihre Instrumente, bevor sie dieselben in Gebrauch nehmen, erst auf ihre Richtigkeit zu prüfen, d. h. den Rauminhalt zu berechnen und diesen mit der Scala zu vergleichen.

wendig war. Später liess ich, um Berechnungen zu vermeiden und um feinere Differenzen ablesen zu können, eine genaue Spirometer-Scala mit Abtheilungen von 100 zu 100 Ccm. anfertigen. Dadurch entspricht der Apparat dem vollkommensten Spirometer, und ist das Anschaffen eines anderen Spirometers für denjenigen, der den pneumatischen Apparat besitzt, vollkommen überflüssig. Auf die nähere Beschreibung komme ich später eingehend zurück.

Die vitale Lungencapacität wird gemessen, indem die betreffende Person vor dem Spirometer, nachdem dasselbe mit Wasser gefüllt ist, stehend aus freier Luft möglichst tief inspirirt, darauf das Mundstück luftdicht mit den Lippen umschliesst und langsam so lange hinein ausathmet, wie ihr dies überhaupt mit Anstrengung aller Kräfte möglich ist. Es wird sodann an der Scala abgelesen, wie hoch der innere Cylinder aus dem äusseren sich emporgehoben hat. Die abzulesende Zahl bezeichnet das Mass der vitalen Lungencapacität. Will man aber sehr exact verfahren, so hat man diese Zahl noch nach der Temperatur und dem Barometerstand einer Regulation zu unterwerfen; für die gewöhnlichen Untersuchungen halte ich jedoch diese Vorsicht für überflüssig, weil die dadurch verursachten Differenzen zu klein sind, um auf das für die Diagnostik verwerthbare Resultat einen massgebenden Einfluss zu üben.

Die Grösse der vitalen Lungencapacität bei einem gesunden Menschen hängt von verschiedenen wesentlichen Factoren ab:

1. Das wichtigste Moment, hierin stimmen alle Autoren überein, ist die Körpergrösse, und zwar legen die meisten (Hutchinson, G. Simon, Wintrich, Arnold) die gesammte Körperlänge, andere (Fabius, C. W. Müller) die Rumpfhöhe der Beurtheilung zu Grunde.

Die Berechnungen der einzelnen Autoren weichen indessen ziemlich wesentlich von einander ab:

Hutchinson kommt zu dem Resultat, dass für jeden Zoll Höhe über 5 Fuss je 8 Cubikzoll Luft mehr exspirirt werden; oder, nach dem Metermass umgerechnet, mit je 2,5 Ctm. Körpergrösse über 152 Ctm. wächst die vitale Lungencapacität um ca. 131 Ccm. Der mittlere Werth der vitalen Lungencapacität für eine Körperhöhe von 5 engl. Fuss = 152 Ctm. beträgt nach Hutchinson 174 Cubikzoll = ca. 2800 Ccm.

G. Simon fand bei seinen Untersuchungen an gesunden Männern für eine Körpergrösse von 154,5—157 Ctm. eine mittlere

vitale Lungencapacität von 2300 Ccm. und eine mittlere Steigerung von 150 Ccm. für weitere je 2,5 Ctm. Körperhöhe.

Arnold berechnet das Verhältniss der vitalen Capacität zur Körpergrösse nicht nur aus seinen eigenen zahlreichen Untersuchungen, sondern nimmt auch die Tabellen von Hutchinson und G. Simon zu Hülfe. Nach sehr sorgfältiger Schätzung kommt er zu dem Resultat, welches wir als das der Wahrheit am nächsten stehende, weil aus der grössten Zahl von Beobachtungen geschöpft, bezeichnen müssen: Einer Körpergrösse von 154,5 bis 157 Ctm. (= ca. 4 Fuss 11 Zoll bis 5 Fuss) entspricht eine mittlere vitale Lungencapacität von 2700 Ccm.; mit je 2,5 Ctm. Steigerung der Körpergrösse wächst die vitale Lungencapacität um 150 Ccm.

Folgende kleine Tabelle nach Arnold stellt somit die mittleren Werthe für gesunde Männer dar:

Einer Körpergrösse von	entspricht eine mittlere vitale Lungencapacität von
154,5—157 Ctm.	2700 Ccm.
157 —159,5 -	2850 -
159,5—162 -	3000 -
162 —164,5 -	3150 -
164.5—167 -	3300 -
167 —169,5 -	3450 -
169,5—172 -	3600 -
172 —174,5 -	3750 -
174.5—177 -	3900 -
177 —179,5 -	4050 -
179,5—182 -	4200 -
182 —184,5 -	4350 -

Wer noch nicht an die neuen Masse sich gewöhnt hat, kann nach dem alten Masse sich annähernd die Werthe folgendermassen berechnen: Einer Körpergrösse von 5 Fuss entspricht eine vitale Lungencapacität von 2700 Ccm. Auf jeden Zoll Grösse über 5 Fuss kommt ein Zuwachs von ungefähr 150 Ccm. (genauer 156 Ccm.) an vitaler Lungencapacität. Daraus folgt: Man berechne die der Norm entsprechende vitale Lungencapacität eines Mannes, indem man die Zahl der Zolle, die er über 5 Fuss gross ist, mit 150 multiplicirt und das Product zu 2700 addirt; z. B. entspricht einer Grösse von 5 Fuss 2 Zoll eine vitale Lungencapacität von $2700 + 2 \cdot 150 = 3000$ Ccm.; einer Grösse von 5 Fuss 5 Zoll eine vitale Lungencapacität von $2700 + 5 \cdot 150 = 3450$ Ccm.

In ganz anderer Weise berechnet Wintrich die vitale Lungencapacität. Derselbe sucht einen Coefficienten zu gewinnen, welcher, mit der Körpergrösse multiplicirt, die mittlere vitale Lungencapacität angiebt. Er kommt zu dem Schlusse, dass bei gesunden Männern von 20—40 Jahren auf je 1 Ctm. Grösse 22—24 Ccm. Exspirationsluft kommen. Bringen wir dieses Resultat in eine Tabelle, so erhalten wir:

Einer Körpergrösse von	entspricht eine vitale Lungencapacität von
155 Ctm.	3410—3720 Ccm.
160 -	3520—3840 -
165 -	3630—3960 -
170 -	3740—4080 -
175 -	3850—4200 -
180 -	3960—4320 -

Die Differenz zwischen diesen Resultaten und denen von Arnold springt in die Augen. Bei Wintrich sind die Werthe für relativ kleine Personen bei weitem höher, als bei Arnold; die Steigerung der vitalen Lungencapacität mit der Körpergrösse ist dagegen bei Wintrich wesentlich kleiner; nur bei sehr grossen Personen (170—180 Ctm. Grösse) besteht eine gewisse Harmonie zwischen den Zahlen beider Autoren.

Da von seiten Arnold's sehr sorgfältige tabellarische Uebersichten vorliegen, nach denen er seine und anderer Autoren Einzeluntersuchungen berechnet hat, so müssen wir vorläufig den Schlussfolgerungen Arnold's den Vorzug geben. Vielleicht wenn Wintrich seine Tabellen, die nicht publicirt sind, im Sinne der Arnold'schen Berechnung revidirte, oder wenn die Gesammtsumme der bisherigen Beobachtungen zusammengestellt würde, wäre es möglich, dass eine grössere Harmonie zwischen beiden Autoren zu stande käme, als es den Anschein hat.

In ganz anderer Weise berechnet C. W. Müller die Vitalcapacität. Er legt die Länge des Rumpfes und den Brustumfang seiner Rechnung zu Grunde. Ich werde bald Gelegenheit nehmen, auf dieselbe zurückzukommen.

2. Brustumfang und Brustbeweglichkeit. Entgegen Hutchinson und Wintrich hält Arnold (mit Simon und Fabius) den bedeutsamen Einfluss, welchen der Brustumfang und die Beweglichkeit der Brust auf die vitale Lungencapacität aus-

üben, aufrecht und belegt seine Behauptung — die auch a priori wahrscheinlich ist — in unwiderleglicher Weise durch Zahlen. Die vitale Lungencapacität nimmt in steigender Progression zu mit dem Brustumfang und der Brustbeweglichkeit. Die vitale Capacität beträgt nach Arnold bei 65 Ctm. Brustumfang (auf der Höhe der Brustwarzen gemessen) im Mittel 2580 Ccm. und steigt um je 150 Ccm. mit je 2,5 Ctm. Zunahme des Brustumfangs. Beispielsweise entspricht demnach einem Brustumfang von 70 Ctm. eine vitale Capacität von $2580 + 2 . 150$ Ccm. $= 2880$ Ccm.

Die Brustbeweglichkeit ihrerseits wächst ganz besonders mit der Körpergrösse und in geringerem Masse auch mit dem Brustumfang; ihr Einfluss auf die vitale Lungencapacität resultirt demnach schon aus dem Effect der ersten beiden Factoren.

Arnold entwirft eine Tabelle — und zwar eine für Männer, eine andere für Frauen —, in welcher der Werth der vitalen Lungencapacität als Product der Körpergrösse und des Brustumfangs dargestellt wird. Die Tabelle zeigt die progressive Steigerung bei je 1 Ctm. Zuwachs einerseits der Körpergrösse von 154—191 Ctm., andererseits des Brustumfangs von 65—100 Ctm.

Ich reducire in folgendem Arnold's Tabelle für Männer auf eine Progression von je 5 Ctm.

Körperhöhe. Ctm.	65	70	75	80	85	90	95	100
	Centimeter Brustumfang.							
155	2640	2790	2940	3090	3240	3390	3540	3690
160	2790	2940	3090	3240	3390	3540	3690	3840
165	2940	3090	3240	3390	3540	3690	3840	3990
170	3090	3240	3390	3540	3690	3840	3990	4140
175	3240	3390	3540	3690	3840	3990	4140	4290
180	3390	3540	3690	3840	3990	4140	4290	4440
185	3540	3690	3840	3990	4140	4290	4440	4590
190	3690	3840	3990	4140	4290	4440	4590	4740

Wie sehr auch Arnold's Tabelle den physiologischen Verhältnissen entspricht und einen wichtigen Einblick in die Bedingungen, welche auf die Grösse der vitalen Lungencapacität einwirken, gewährt, so wenig geeignet halte ich sie dennoch, um der Diagnostik zu Grunde gelegt zu werden. Der Brustumfang bei Personen, die an den Respirationsorganen leiden, oder oft sogar schon solchen, die dazu disponirt sind, ist ein pathologischer

Factor, und die Benutzung jener Tabelle setzt nothwendigerweise rein physiologische Factoren voraus. Bei paralytischem Thorax, sowohl bei Disposition zur Phthisis als ganz besonders bei bereits ausgebildeter, ist der Brustumfang gegen die Norm zu klein, bei Emphysem hinwiederum zu gross. Legt man nun den pathologischen Brustumfang der Berechnung zu Grunde, so ist es unmöglich, dass das Resultat einen Massstab für das normale Verhalten der betreffenden Person abgebe. Es ist deshalb entschieden vorzuziehen, zu diagnostischen Zwecken den Brustumfang ganz aus der Berechnung zu lassen und nur die Körpergrösse — abgesehen von den weiter zu erörternden Factoren — zu berücksichtigen.

Ganz besondere Beachtung verdienen die Untersuchungen von C. W. Müller. Derselbe gelangt durch einfache mathematische Berechnung zu einer Formel, von welcher ich sagen muss, dass sie den wirklichen Verhältnissen am meisten entspricht.

Müller stellt sich den Rumpf als einen Cylinder vor, von dem der Brustinhalt einen Theil ausmacht. Er misst nun die Rumpfhöhe vom 7. Halswirbel bis zum Steissbein = h und den Rumpfumfang, resp. Brustumfang in der Höhe des Proc. xiphoideus = p. Aus p (= 2 r π) lässt sich der Radius r, d. h. der halbe Brustdurchmesser mit Leichtigkeit berechnen. Die Rumpfoberfläche (Mantel des Cylinders) ist = ph. Der Rauminhalt des gesammten Rumpfes R ist gleich dem Produkt aus Cylinderoberfläche und halbem Radius, also

$$R = \frac{r}{2} ph.$$

Von diesem Rumpfinhalt ist der durch die Vitalcapacität auszudrückende Lungenraum L ein Bruchtheil, und es ist

$$\frac{R}{L} = \frac{r}{2} \frac{ph}{L}.$$

Müller nennt nun $\frac{R}{L}$ den Lungencapacitäts-Quotienten. Derselbe ist für jede Person nach obiger Formel leicht zu berechnen: p, h und die Lungencapacität L werden direct gemessen, r aus p bestimmt, indem $r = \frac{p}{2\pi}$ ist.

Man kann demnach statt der obigen Formel setzen:

$$\frac{R}{L} = \frac{p^2 h}{4 \pi L}.$$

Der Lungencapacitätsquotient steht demnach mit den Quadraten des Brustumfangs und mit der Höhe des Rumpfes in gerader Proportion.

Müller ist vollkommen im Recht, wenn er es als einen Fehler seiner Vorgänger bezeichnet, dass sie ein gerades Verhältniss zwischen Lungencapacität und Brustumfang zu finden suchten, anstatt von letzterem das Quadrat zu Grunde zu legen.

Bei seinen Untersuchungen an 129 gesunden Personen verschiedenen Alters und Geschlechts gelangte nun C. W. Müller in der That zu einem überraschend constanten Lungencapacitäts-Quotienten.

Dieser Quotient nähert sich der Zahl 7, beträgt bei einigen einen Bruchtheil mehr, bei anderen einen Bruchtheil weniger; d. h. also der Rauminhalt des Rumpfes ist ungefähr 7 mal so gross wie die Vitalcapacität. Dass hier die Unterschiede des Geschlechts und des Alters, die bei den Berechnungen aller anderen Autoren ausserordentlich bedeutend sind, bei Müller's Formel fast vollkommen verschwinden, dieser Umstand liefert den treffendsten Beweis für die Richtigkeit dieser letzteren.

Ich bin demnach der entschiedenen Ueberzeugung, dass Müller's Methode der Berechnung von allen die vollkommenste ist. In der Theorie ist sie es sicher; aber auch in praxi hat sie sich ihm bewährt. Bei Krankheiten wächst der Lungencapacitäts-Quotient. Derselbe kann selbst bis auf mehr als das doppelte der Norm sich steigern, so z. B. fand Müller in einem Falle vorgeschrittener Phthise den Quotienten = 19,8. Bei Landbewohnern fand Müller einen kleineren Quotienten 6.0—7,6, bei Stadtbewohnern denselben fast um 1 vergrössert. Grössere Lungencapacitäts-Quotienten sollen immer eine Abnormität anzeigen.

Es wäre dringend zu wünschen, dass der Weg, den C. W. Müller eingeschlagen, weiter verfolgt würde.

Freilich ist nicht zu verhehlen, dass sich der praktischen Durchführung der Müller'schen Methode wesentliche Hindernisse in den Weg stellen. Dieselbe ist nicht so einfach wie die Formel von Arnold und erfordert in jedem Falle eine Berechnung, die nicht jedermanns Sache ist.

Für die Diagnostik habe ich ausserdem denselben Mangel zu rügen, wie bei der Zugrundelegung des Brustumfangs in der Arnold'schen Tabelle. Es kommt ein bereits pathologischer Factor — der durch Krankheit verkleinerte oder vergrösserte Brustumfang — in die Berechnung, wodurch ein Fehler derselben bewirkt wird.

Nichts desto weniger kann das Bestehen einer Krankheit in der Abnormität des Vitalcapacitäts-Quotienten seinen Ausdruck finden und findet ihn in Wirklichkeit nach den Beobachtungen Müller's. Nur ist es nicht der volle Ausdruck! Ein Factor der Krankheit, nämlich soweit dieselbe den Brustumfang modificirt, wird aus dem Endresultat ausgeschaltet. Es bleibt nur übrig, was an Abnormität bewirkt wird einzig und allein durch den Factor der Verminderung der Brustbeweglichkeit. Und dieser Factor allein kann schon erheblich genug sein, um eine Abweichung des Quotienten von der Norm bei gewissen Krankheiten zu bedingen.

Stelle ich Müller's Methode der Messung und seinen Vitalcapacitäts-Quotienten gegenüber dem Schema der Vermehrung der Vitalcapacität einzig und allein nach der Körpergrösse, wie es Hutchinson, Wintrich und namentlich Arnold aufstellt, so möchte ich die Vergleichung folgendermassen

formuliren: Müller's Quotient ist physiologisch der mathematisch beste Ausdruck der individuellen Verhältnisse, wohingegen das nur nach der Körpergrösse berechnende Schema der Vitalcapacität auf rein empirischem Wege festgestellt ist und somit empirische Durchschnittswerthe angiebt. Einer bestimmten Körpergrösse entspricht ein Thorax von einem gewissen Umfang, einer gewissen Länge und einer gewissen Beweglichkeit, der gleichsam seinen ideellen Ausdruck in der Vitalcapacität findet, und der durch bestimmte Verhältnisse und namentlich durch Krankheiten gestört wird. Müller's Vitalcapacitäts-Quotient hingegen giebt bei jedem Individuum den seinem Körperbau angepassten reellen Werth an, aber schliesst auch schon, sobald er für die Diagnostik verwerthet werden soll, Fehlerquellen ein, welche durch die in Folge der Krankheit eingetretene Veränderung der bei der Berechnung in Frage kommenden Factoren hervorgerufen sind.

3. Das Körpergewicht, worauf Hutchinson einigen Werth legte, kommt nach den Resultaten von Wintrich und Arnold für die vitale Lungencapacität nicht in Betracht.

4. Das Geschlecht, hierin stimmen alle Autoren überein, ist von der wesentlichsten Bedeutung für die Athmungsgrösse. Frauen haben eine bei weitem geringere vitale Lungencapacität als Männer gleicher Grösse und gleichen Alters.

Während Wintrich bei Männern die vitale Lungencapacität zu 22—24 Ccm. auf je 1 Ctm. Körpergrösse schätzt, kommen nach ihm beim Weibe nur 16—17,5 Ccm. auf 1 Ctm.

Arnold fand gleichfalls, dass die Zunahme der Lungencapacität mit der Körperhöhe beim Weibe nur $^2/_3$ derjenigen beim Manne, d. h. 100 Ccm. auf je 2,5 Ctm. Körpergrösse (statt 150 Ccm. beim Manne) beträgt. Den mittleren Werth der weiblichen Lungencapacität bei 144 Ctm. Körpergrösse schätzt Arnold auf 2000 Ccm., bei 154 Ctm. auf 2200 Ccm. gegen 2700 Ccm. beim Manne.

Auch nach meinen eigenen Beobachtungen kann man im Durchschnitt die vitale Lungencapacität beim Weibe auf $^2/_3$ bis höchstens $^3/_4$ derjenigen des Mannes veranschlagen. Während die Capacität bei Männern mittlerer Grösse im allgemeinen meist zwischen 3000—4000 Ccm. schwankt, bewegt sich beim Weibe dieser Werth zwischen 2000—3000 Ccm.

5. Nicht minder wichtig ist das Alter. Alle Autoren stimmen darin überein, dass die vitale Lungencapacität vom 15. (resp. 20.) bis zum 35. (Hutchinson, Arnold) oder nach Wintrich bis zum 40. Lebensjahre steigt und im späteren Lebensalter sinkt. Nach Arnold beträgt die Steigerung in der ersten Periode etwa 160 Ccm., der Abfall bis zum 65. Jahre ca. 900 Ccm. Im Grei-

senalter sinkt die Athmungsgrösse auf ein sehr geringes Mass herab.

Für Kinder berechnet Wintrich folgendes Verhältniss: Während, wie wir sahen, er für Männer von 20—40 Jahren auf 1 Ctm. Körpergrösse je 22—24 Ccm. vitale Lungencapacität annimmt, fand er bei Kindern von 6—8 Jahren nur ein Verhältniss von 6,5—9 Ccm., von 8—10 Jahren je 9—11 Ccm., von 10—12 Jahren je 11—13 Ccm., von 12—14 Jahren je 13—15 Ccm. vitale Capacität auf 1 Ctm. Körpergrösse. Schon vom 14. Lebensjahre an machte sich der Geschlechtsunterschied sehr bemerklich.

Dass bei Kindern die allein nach der Körpergrösse berechneten Zahlen so bedeutend von denen bei Erwachsenen differiren, rührt davon her, dass der Brustumfang resp. Brustdurchmesser, oder richtiger die Quadrate desselben, nicht in Anschlag gebracht sind. Bei Müller's Berechnung des Lungencapacitäts-Quotienten, welche diesen Factor berücksichtigt, fällt deshalb auch die Differenz weg.

6. Der Stand, die Beschäftigung und die Lebensweise üben gleichfalls einen merklichen Einfluss aus. Bei schlecht genährten Personen und solchen, die wenig körperlich arbeiten und eine mehr sitzende Lebensweise führen (Standespersonen, Gelehrte, Beamte), ist die vitale Lungencapacität relativ am kleinsten, am grössten ist sie bei jungen kräftigen Personen, die viel im Freien arbeiten (Seeleute, Rekruten).

Von Wichtigkeit ist Fabius' Beobachtung, dass bei Turnern die vitale Lungencapacität häufig relativ klein ist. Sehr wahrscheinlich beruht dieses Resultat darauf, dass die betreffenden Turner durch allzu forcirte Uebungen die Elasticität ihres Lungenparenchyms herabgesetzt, sich also Emphysem zugezogen haben. Dieser Umstand darf aber nicht, wie Fabius will, gegen das Turnen überhaupt herangezogen werden, sondern muss nur darauf hinleiten, dass das Turnen naturgemässer und nicht zu forcirt geschehe. Sehen wir ja bei den Rekruten und Soldaten, welche gleichfalls turnen, eine Verminderung der Athmungsgrösse nicht eintreten, vielmehr das Gegentheil.

Bei Sängern ist nach Wassiljew die Vitalcapacität relativ grösser als bei Nichtsängern.

7. Den Einfluss der verdünnten Luft durch Aufenthalt im Gebirge sucht Hewett[1]) festzustellen. Er fand, das anfangs die

1) Creswell Hewett: On the influence of altitude and pressure on the vital capacity of man. Brit. med. Journ. 1875. No. 778. — Centralblatt für die med. Wissensch. 16. 1876.

Vitalcapacität sich vermindert, später sich wieder der Norm nähert. Indess sind seine Versuche (an zwei Schiffsofficieren) zu klein an Zahl. Dass der Aufenthalt in der comprimirten Luft der pneumatischen Glocken die Vitalcapacität vermehrt, ist eine erwiesene Thatsache. In gleicher Weise wirken, wie wir sehen werden, verschiedene Methoden am transportablen pneumatischen Apparat.

8. Einige Nebenumstände üben ferner einen Einfluss auf die Athmungsgrösse aus. Dahin gehört in erster Reihe die Position, in welcher geathmet wird. Im Stehen wird das grösste Mass Luft ins Spirometer exspirirt, weniger im Sitzen, am wenigsten im Liegen. Die Differenzen sind bald nur gering (bei musculösen Personen: Wintrich), bald ziemlich erheblich, selbst 400—600 Ccm.

Diese Thatsache ist vor kurzem wieder durch Rollett bestätigt worden. Er fand in einem Falle Vitalcapacität im Stehen 3250 Ccm., im Sitzen 3100 Ccm., im Liegen 2750 Ccm. Auch die Brustbeweglichkeit hatte dem entsprechend abgenommen, und sie ist es offenbar, welche die Differenzen der Vitalcapacität bewirkt: sie betrug im Stehen 6,5, im Sitzen 6.0, im Liegen 5,4. Wir sahen oben (p. 43) bereits, dass auch die pneumatometrischen Werthe sich dem entsprechend verhielten.

Füllung des Magens und Unterleibes durch kurz vorher sehr reichlich genossene Mahlzeit setzt gleichfalls die Lungencapacität, aber niemals sehr beträchtlich herab. In gleicher Weise wird durch die Schwangerschaft häufig die Athmungsgrösse vermindert; dass dies indess nicht immer der Fall ist, beweisen die Untersuchungen von Fabius, Küchenmeister und Wintrich.

Vermehrte Athemfrequenz durch kurz vorhergegangene, Dyspnoë bewirkende Anstrengungen, wie schnelles Treppensteigen und dergl., setzt gleichfalls die Athemfrequenz herab.

Bestehen Schmerzen in der Brust oder im Unterleib, welche eine tiefe Inspiration und Exspiration hindern, so erhält man gleichfalls ein unbrauchbares Resultat.

Alle diese Nebenumstände, soweit sie störend sind, lassen sich bei der praktischen Anwendung der Spirometrie umgehen: Man lasse stehend athmen und vermeide die Untersuchung bei abnormer Anfüllung des Abdomens, ferner bei schmerzhaften Processen, sowie vor der nach einer abnormen Anstrengung eingetretenen Ruhe.

Wir haben somit einen Massstab für die Grösse der vitalen

Lungencapacität im gesunden Zustande gewonnen und wenden uns nunmehr zu den bei Krankheiten beobachteten Resultaten.

Es zeigt sich nun, dass die meisten Erkrankungen des Athmungstractus und manche des Abdomen die vitale Lungencapacität in der Regel mehr oder weniger herabsetzen. Ganz besonders ist es einerseits die Lungenschwindsucht, andererseits das Emphysem, welche grösstentheils eine abnorm niedrige Athmungsgrösse ergeben. Wintrich fand im Durchschnitt bei Phthisis eine Verminderung der Capacität um 8—85 pCt., bei Emphysem um 20—60 pCt., während er bei Bronchialcatarrhen nur eine Abnahme um 10 bis 20 pCt. gegen die Norm erhielt. Hinaufgedrängtsein des Zwerchfells durch Abdominaltumoren aller Art, Flatulenz, Meteorismus, Ascites etc. ergab gleichfalls eine Abnahme um 8 bis 50 pCt.; desgleichen ausgedehnte Verwachsungen der Pleura, Pleura-Exsudate etc.

Hutchinson sowohl wie Wintrich erwähnen Fälle, in welchen es ihnen gelang, allein auf Grund der Spirometrie, während die übrigen Untersuchungsmethoden noch im Stiche liessen, theils eine beginnende Phthisis zu diagnosticiren, theils, wo ihr Vorhandensein gefürchtet wurde, sie auszuschliessen. Diese Beispiele sollen den hohen diagnostischen Werth der Spirometrie ganz besonders ins Licht stellen.

Dagegen gestehen Wintrich u. a. auch zu, dass es andererseits Fälle giebt, in welchen bei unzweifelhaft vorhandener Erkrankung der Lungen dennoch ein wesentliches Abweichen der vitalen Lungencapacität von der Norm nicht stattfindet, und umgekehrt; so dass nur eine erhebliche Verminderung der Capacität mit Sicherheit auf eine vorhandene Krankheit schliessen lässt.

Kritische Prüfung der spirometrischen Methode.

Wir haben im vorhergehenden ganz objectiv den Standpunkt dargelegt, auf welchem sich die Lehre von der Spirometrie bis jetzt befindet, und namentlich die Grundlagen, auf welchen sie sich aufbaut. Prüfen wir nunmehr, welchen Werth wir ihr hiernach zugestehen müssen. Ich lege bei dieser Prüfung zugleich meine eigenen, ziemlich zahlreichen Erfahrungen, die ich aus jahrelangen Beobachtungen gewonnen, in die Wagschale.

Man hat der Spirometrie den Vorwurf gemacht, sie ergebe überhaupt bei einer und derselben Person kein constantes Resultat, ein und derselbe Mensch, in verschiedenen Zwischenräumen untersucht, zeige sehr wesentlich unter einander verschiedene Werthe; besonders müsse die Uebung sehr in Betracht gezogen werden, indem je mehr jemand sich auf die Spirometrie einübe, also je häufiger er sie ausführe, er desto höhere Werthe erziele. Ich muss diesen Vorwurf aufs entschiedenste als ungerechtfertigt zurückweisen und befinde mich hierbei in Uebereinstimmung mit allen denjenigen Autoren, welche nicht a priori urtheilen, sondern die Spirometrie aus zahlreichen eigenen Erfahrungen kennen gelernt haben, unter diesen in erster Stelle Hutchinson und Wintrich.

Abgesehen von einigen ganz besonders ungeschickten Menschen, lernen die meisten es sofort, ein gewisses Maximum Luft in das Spirometer hinein zu exspiriren. Man lasse deshalb nach vorhergegangener genauer Instruction das Verfahren mehrere Male nach einander ausführen — dreimal ist gewöhnlich hinreichend —, und das höchste hierbei erreichte Mass entspricht meist genau der vitalen Lungencapacität. Lässt man zu lange die Versuche fortsetzen, so erhält man in der Regel zuletzt kleinere Werthe, weil die betreffende Person durch die Anstrengung der tiefen Exspiration ermüdet und dyspnoëtisch geworden ist. Wiederholt man nach Tagen oder Wochen mit derselben Person das angegebene Verfahren, so erhält man stets das gleiche Resultat; oder mindestens sind die Differenzen so total unbedeutend (etwa 50 bis 100 Ccm.), dass ihnen ein Gewicht nicht beizulegen ist. Selbstverständlich müssen keine verschiedenen Bedingungen bei den einzelnen Versuchen vorliegen: es darf nicht das eine Mal nach zu reichlicher Mahlzeit, bei Meteorismus etc. untersucht werden, das andere Mal unter normalen Verhältnissen; es darf keine Erkrankung in den Lungen zwischen den einzelnen Versuchen eingetreten sein oder eine schon vorhandene sich unterdess gebessert haben. An mir selbst habe ich in einem Zeitraum von 10 Jahren sehr häufig die vitale Lungencapacität gemessen und stets ein nahezu constantes, d. h. nie mehr als um 50—100 Ccm. differirendes Resultat erhalten. Das gleiche habe ich bei vielen anderen Gesunden und Kranken gesehen, die, häufig in verschiedenen Intervallen untersucht, immer das gleiche Ergebniss darboten. Ich behandelte unter anderen

einen Mann mit geringfügiger geheilter Lungeninfiltration (Lungencirrhose), der seit 4—5 Jahren tagtäglich an seinem eigenen Spirometer seine vitale Lungencapacität mass und während dieser ganzen Zeit regelmässig dasselbe Ergebniss wahrnahm. Nur wenn intercurrent ein Catarrh eintrat, ging die vitale Lungencapacität auf einige hundert Cubikcentimeter herunter, um bei Nachlass desselben wieder genau zu der vorigen Höhe anzusteigen. Dieser Fall ist um deshalb noch ganz besonders eclatant, als er wohl am besten zeigt, dass durch blosse Uebung höhere Werthe sich nicht erzwingen lassen[1]).

Jeder Mensch, etwa vom 20.—40. Lebensjahre, besitzt also in der That eine für ihn constante vitale Lungencapacität, die im späteren Lebensalter allmälig sich verringert.

Liessen sich diese physiologischen, gleichsam persönlichen Constanten jedesmal genau berechnen, so wären wir im Stande, kleine Abweichungen von der Norm bereits als krankhafte Erscheinungen zu erkennen, und hätten somit ein sehr werthvolles diagnostisches Hülfsmittel zur Ermittelung solcher Krankheitsanfänge, die anderweitig noch nicht nachweisbar sind.

Leider aber verhält es sich nicht so. Wir sahen, dass mit Berücksichtigung des Alters und Geschlechts aus der Körpergrösse sich der ungefähre Werth der normalen Lungencapacität berechnen lasse. (Die Berechnung zugleich nach dem Brustumfang — obgleich für das physiologische Ergebniss von Werth — haben wir ausschliessen müssen, weil der Brustumfang selbst oft ein pathologischer Factor ist.) Aber sehen wir uns die Resultate dieser Berechnung bei den verschiedenen Autoren an, so begegnen uns so gewaltige Differenzen, dass wir nothwendig zu dem Schlusse geführt werden: der physiologische Werth der vitalen Lungencapacität bei gesunden Personen gleicher Grösse, gleichen Geschlechts und Alters schwankt zwischen sehr erheblichen Grenzen. Betrachten wir beispielsweise in den obigen Tabellen von Arnold und Wintrich die Werthe, welche einer Körpergrösse von 160 Ctm. entsprechen, so erhalten wir bei

1) Unter dem Gebrauch der comprimirten Luft aus meinem transportablen pneumatischen Apparat hob sich später die seit Jahren constant gebliebene Capacität um ca. 200 Ccm. und blieb eine Zeit lang auf dieser Höhe.

ersterem im Mittel 3000 Ccm., bei letzterem 3520—3840 Ccm., also ein Schwanken um 520—840 Ccm., d. h. um ca. 17—28 pCt. Da nun die Resultate der verschiedenen Autoren auf thatsächlichen zahlreichen Beobachtungen beruhen, so ist an denselben nicht zu deuteln, sondern man muss aufs entschiedenste annehmen, dass die physiologischen Werthe für die Lungencapacität in der That innerhalb sehr weiter Grenzen sich bewegen.

Dies ist denn auch das Resultat, zu dem ich selbst durch meine eigenen Erfahrungen gelangt bin. Oft genug sah ich ganz gesunde Personen eine so geringe vitale Lungencapacität darbieten, dass sie noch unter dem Minimum der bei den verschiedenen Autoren vorfindlichen Werthe zurückblieben. Andere Male wieder begegneten mir Kranke mit leichten Brustaffectionen, die dem Maximum aller Berechnungen nahe kamen und dasselbe sogar übertrafen. Am häufigsten fand ich, dass gesunde kräftige Männer, besonders Studirende, an denen ich Versuche machte, über die höchsten von Arnold und Wintrich berechneten Werthe weit hinauskamen. So beobachtete ich gar nicht selten eine vitale Lungencapacität von 4500—5000 Ccm. und selbst mehr bei Studirenden, die nicht über 170—175 Ctm. Körpergrösse hatten.

Meiner Meinung nach dürfen demgemäss die Berechnungen von Arnold, die ich von allen für die zweckmässigsten halte, nur cum grano salis den diagnostischen Schlüssen zu Grunde gelegt werden. Ich meinestheils glaube selbst, dass man mit den folgenden, ganz allgemein gehaltenen Sätzen auskommt:

> Männer von etwa 15—50 Jahren von mittlerer Grösse haben im gesunden Zustande eine vitale Lungencapacität von 3000—4000 Ccm., derart dass die verhältnissmässig kleineren (ca. 160—165 Ctm. Körpergrösse) die niedrigeren Werthe (ca. 3000—3500 Ccm.), die grösseren (ca. 166—175 Ctm.) die höheren Werthe (ca. 3500—4000 Ccm.) darbieten. Bei unverhältnissmässig kleinen Männern (160 bis 154 Ctm. oder weniger) geht die vitale Lungencapacität gewöhnlich unter 3000 (indess selten unter 2700 Ccm.) herab, bei besonders grossen Männern (über 175 Ctm.) steigt sie über 4000 hinaus und kann selbst 5000 Ccm. und mehr erreichen. Bei gesunden Frauen mittlerer Grösse im Alter von 15—50 Jahren beträgt die vitale Lungencapacität im Durchschnitt nur 2000—3000 Ccm., mit der

gleichen Abstufung der Körpergrösse[1]). Bei Kindern ist die vitale Lungencapacität wesentlich kleiner (vergl. oben das von Wintrich berechnete Verhältniss), eben so ist sie bei Greisen sehr herabgesetzt.

Möglicherweise wird man auf dem Wege, den C. W. Müller beschritten, mittelst des Lungencapacitäts-Quotienten zu präciseren Resultaten gelangen. Deshalb möchte ich noch einmal zu erneuten grösseren Versuchsreihen nach dieser Richtung hin auffordern.

Sind nun die physiologischen Schwankungen der Lungencapacität zwischen verschiedenen gesunden Personen in der That so erheblich, wie wir sie kennen gelernt, so fehlt uns demnach ein Mittel, die persönliche Constante eines einzelnen, welche seinem normalen Zustand entspricht, annähernd genau zu berechnen. Abweichungen um 10—20 pCt. und selbst mehr von der normalen persönlichen Constante der zu untersuchenden Person können vorhanden sein, ohne dass das Resultat ausserhalb des physiologischen Durchschnittsmittels sich bewegt, also durch die Untersuchung zu erforschen ist.

Hierin liegt einer der grossen Mängel, welche der Spirometrie anhaften. Derselbe gestattet nur äusserst selten, die Anfänge von Erkrankungen nachzuweisen, zu einer Zeit, wenn die anderen Untersuchungsmethoden noch im Stiche lassen. Hutchinson und Wintrich berichten zwar derartige Fälle, und ich bin weit entfernt, dieselben anzweifeln zu wollen. Mir selbst sind aber derartige Fälle bisher nicht begegnet. Wo die vitale Lungencapacität mit Sicherheit nachweislich herabgesetzt war, liessen sich die Veränderungen in den Lungen auch anderweitig ohne Mühe constatiren. Nicht selten dagegen fand ich das spirometrische Mass innerhalb normaler Grenzen sich bewegen, während Lungenerkrankungen unzweifelhaft vorhanden und durch anderweitige Untersuchung leicht zu ermitteln waren. Nur der paralytische Thorax bei zu Phthisis hereditär disponirten Individuen schien mir häufig eine

1) Wir sahen zwar, dass mit dem Alter die Athmungsgrösse schwankt. Da wir jedoch die Werthe im obigen Satze innerhalb weiter Grenzen berechneten, so brauchten die relativ geringen Schwankungen innerhalb des Alters von 15—50 Jahren noch nicht besonders berücksichtigt zu werden. Eben so sind die Differenzen bei verschiedenen Temperaturen und Barometerdruck relativ so verschwindend klein, dass sie ganz ausser Betracht kommen.

Herabsetzung der vitalen Lungencapacität unterhalb der normalen Grenze zu bedingen. Hier aber glaube ich, wäre es fehlerhaft, mit Wintrich anzunehmen, dass in solchen Fällen bereits kleine discrete Erkrankungsherde in den Lungen sich befinden, die anderweitig nicht zu entdecken sind, vielmehr glaube ich, dass der paralytische Thorax an sich genügt, um die vitale Capacität herabzusetzen, auch wenn die Lungen zur Zeit vollkommen gesund sind.

Ein viel erheblicherer Mangel, wohl der wesentlichste, welcher der Spirometrie anhaftet, ist der, dass sie im besten Falle stets nur eine einzige Frage beantwortet, nämlich die, ob die vitale Lungencapacität nahezu normal ist oder nicht. Dieselbe Antwort erhalten wir bei sämmtlichen Erkrankungen der Brust und manchen des Unterleibs; eine Differenzirung je nach den verschiedenen Krankheiten findet nicht statt. Dieser Umstand ist es vornehmlich, dessetwegen sich die Spirometrie mit der Pneumatometrie und den anderen Untersuchungsmethoden nicht im mindesten zu messen vermag. Während beispielsweise die Pneumatometrie, wie wir sahen, bei verschiedenen Krankheitsprocessen qualitativ sehr verschiedene Resultate ergiebt und deshalb für die Differentialdiagnose von hoher Bedeutung ist, lehrt uns die Spirometrie immer nur eins kennen, nämlich dass eine Abnormität der Athmung überhaupt besteht, und lässt uns vollständig im Stich, welcher Art diese Abnormität ist. Lungenschwindsucht, Bronchitis, Emphysem, Pleuritis, Pneumonie, Abdominaltumoren u. s. w., alle setzen die vitale Lungencapacität herab, und zwar mehr oder weniger je nach dem Grade und der Ausbreitung der Affection.

Es ist ein Irrthum, wenn man annimmt, die Phthisis setze die vitale Capacität mehr herab, als die übrigen Affectionen. Wie bereits gesagt, fand ich oft genug in leichten Fällen ausgesprochener Phthisis die Lungencapacität entweder gar nicht herabgesetzt oder doch nicht mehr als bei einfacher Bronchitis. Andererseits habe ich bei Emphysem zuweilen eine so hochgradige Verminderung des spirometrischen Masses gesehen, wie in den letzten Stadien der Phthisis: ich beobachtete Emphysematiker, deren normale Lungencapacität auf 4000 Ccm. und mehr geschätzt werden konnte, und die in Wirklichkeit nur 700 bis 1000 Ccm. zeigten.

Es fehlt uns demnach jeder Massstab für eine Differentialdiagnose. Schwanken wir beispielsweise in der Diagnose zwischen Bronchitis und beginnender Phthisis, das Spirometer giebt uns keinen Aufschluss; denn beide Erkrankungen vermindern die vitale Lungencapacität. Das gleiche erfahren wir in Fällen, in welchen wir unsicher sind, ob eine vorhandene Dyspnoë auf Emphysem oder auf Verdichtungsherden in den Lungen beruht.

Diese Mängel der Spirometrie sind sicherlich bedeutsam genug, um es zu erklären oder selbst einigermassen zu rechtfertigen, dass sie bisher nicht diejenige Verbreitung und Anerkennung gefunden hat, die sie nach den ersten Untersuchungen zu verdienen schien.

Dennoch glaube ich, ist man sehr im Unrecht, wenn man die Spirometrie, wie es jetzt meist geschieht, ganz vernachlässigt. Sie hat, wenn auch nicht eine differentiell diagnostische, so doch eine für die praktische Medicin, insbesondere für die individuelle Diagnose, so wie für die Prognose und Therapie, nicht hoch genug zu schätzende Bedeutung.

Die Bedeutung der Spirometrie für die medicinische Praxis.

Wir gewinnen zunächst durch die Spirometrie immerhin einen absoluten, in einer Zahl ausgedrückten Werth, welcher uns über das Mass des Vorhandenseins oder den Grad des Verlustes eines physiologischen Factors aufklärt. Wir erfahren bei einem Gesunden, wie hoch oder niedrig das Mass seiner vitalen Lungencapacität ist, und werden daraus ein gewisses Urtheil über die Grösse und die Ausdehnbarkeit seiner Lungen und gewissermassen auch über die Leistungsfähigkeit derselben und die Stärke der Brust überhaupt gewinnen. Wir erkennen am Kranken, selbst wenn uns die anderen Untersuchungsmethoden über die Diagnose schon völlig aufgeklärt haben, im speciellen Falle noch, ob die Lungencapacität im hohen oder niedrigen Grade gelitten und dem entsprechend — wenigstens mit einiger annähernden Wahrscheinlichkeit — ob viel oder wenig vom Lungenparenchym noch lufthaltig, resp. verdichtet ist. Wir können demnach aus dem spirometrischen Ergebniss jeden speciellen Fall in seiner Diagnose mehr

individualisiren und gewinnen hieraus einen gewissen Massstab für die Prognose.

Finden wir beispielsweise bei einem Phthisiker die vitale Lungencapacität nur sehr wenig herabgesetzt oder gar, wie ich häufig beobachtete, noch in den normalen Grenzen sich bewegend, so werden wir schon aus dieser Thatsache allein uns den Schluss erlauben dürfen, dass nur ein relativ kleiner Theil des Lungenparenchyms functionsunfähig geworden ist, und werden eine relativ bessere Prognose stellen. Das umgekehrte geschieht, wenn die vitale Capacität erheblich, etwa um 50 pCt. und mehr sich vermindert hat, d. h. auf 2000—1500 Ccm. und weniger herabgegangen ist.

Ganz besonders gilt dies auch vom Emphysem. Bei dieser Erkrankung halte ich die Spirometrie für eine unschätzbare Methode, um uns über den Grad der Erkrankung aufzuklären. Wir sahen bereits, dass die übrigen Untersuchungsmethoden — mit alleiniger Ausnahme der Pneumatometrie — uns meist vollständig im Stiche lassen, den Grad eines vorhandenen Emphysems und demgemäss die Prognose richtig zu beurtheilen. Hier ist neben der Pneumatometrie auch die Spirometrie von grosser Wichtigkeit, um die vorhandene Lücke auszufüllen. Ich habe oben bereits erwähnt, dass nach meinen Erfahrungen das Emphysem die vitale Lungencapacität in gleich erheblicher Weise herabzusetzen vermag, wie die Lungenschwindsucht. Wenn Wintrich für die Phthisis eine Herabsetzung bis zu 85 pCt., für das Emphysem nur bis zu 60 pCt. annimmt, so widersprechen dem meine Erfahrungen, indem die schwersten Fälle von Emphysem, welche ich beobachtete, ein eben so niedriges Mass der vitalen Capacität zeigten, wie die Phthisiker im allerletzten Stadium.

Diejenigen Emphysematiker nun, deren vitale Lungencapacität einen sehr niedrigen Werth ergiebt, etwa unter 1500—2000 Ccm. bei Männern, unter 1000—1500 Ccm. bei Frauen, oder mit anderen Worten, deren Capacität um mehr als 50 pCt. gegen die Norm herabgesetzt ist, gehören stets zu den hochgradig leidenden und machen die Prognose zu einer ernsten. Gehören diese Fälle schon zu den schweren Erkrankungen, so sind unter ihnen die allerschwersten diejenigen, in welchen die Lungencapacität die äusserste Verminderung erfahren hat, wo sie auf ein drittel und weniger ihres natürlichen Werthes, d. h. etwa unter 1000—1400 Ccm.

bei Männern, 700—1000 Ccm. bei Frauen herabgegangen ist. In solchen Fällen kann man, allein gestützt auf die Spirometrie, gemeinsam mit der Pneumatometrie, sich den Schluss erlauben, dass bereits hochgradige parenchymatöse Veränderungen im Lungenparenchym sich vollzogen haben, dass demnach das äusserste Stadium der Erkrankung vorliegt, und demgemäss die Prognose mit höchster Wahrscheinlichkeit absolut schlecht ist.

Im pneumatischen Apparat werden wir noch ein anderes Mittel kennen lernen, um die Prognose noch genauer zu präcisiren. Wir werden sehen, dass von den Emphysematikern mit sehr herabgesetzter Vitalcapacität die einen noch vermögen in die verdünnte Luft des pneumatischen Apparats hinein eine relativ grosse Menge Luft zu exspiriren, die anderen dagegen nicht viel mehr wie in das Spirometer. Bei den ersteren ist die Prognose relativ günstiger, indem im obigen Versuch ein Beweis vorliegt, dass eine Retraction der Lungen und des Brustkastens überhaupt noch möglich ist. Bei den letzteren dagegen ist die Prognose absolut ungünstig, indem eine Starrheit des Thorax in der äussersten Inspirationsstellung sich bereits ausgebildet hat, die durch kein Mittel zu beheben ist. Dies letztere ist besonders bei Greisen der Fall, die ein Emphysem, sei es schon aus ihrer Jugend her, sei es erst im Alter acquirirt haben.

Nicht minder wichtig als für die Prognose ist das Spirometer für die Therapie. Wer seine Freude und Befriedigung darin findet, rationell zu behandeln, zu bessern und, wo es möglich ist, zu heilen, muss eine Methode hochschätzen, welche uns einen objectiven Massstab für die Beurtheilung einer stattgehabten Besserung an die Hand giebt. Eine solche Methode ist, gleich der Pneumatometrie, auch die Spirometrie. Wir erkennen hier in Fällen, in welchen uns Percussion und Auscultation noch im Stiche lassen, in dürren absoluten Zahlen eine stattgehabte Besserung oder im entgegengesetzten Falle einen Stillstand oder Verschlechterung. Naturgemäss wird unsere Therapie von diesen Fingerzeigen abhängen. Bei meinen therapeutischen Untersuchungen, besonders mit dem pneumatischen Apparat, gewährten mir die Ergebnisse der Pneumatometrie und Spirometrie einen Massstab zum Handeln und liessen mir oft genug die unschätzbare Freude zu Theil werden, mit der subjectiven Besserung des Allgemeinbefindens und der localen Symptome in der Erhöhung der absoluten Werthe bei der Pneumatometrie und Spirometrie auch einen objectiven Zahlenbeweis für die stattgehabte Besserung zu besitzen.

Sicher ist es zwar, dass nicht immer die Fort- und Rückschritte der gesammten Erkrankung gleichen Schritt halten mit den Ergebnissen der Pneumatometrie und Spirometrie; dass sie aber wenigstens einen theilweisen Fort- oder Rückschritt andeuten, ist gewiss unzweifelhaft.

Damit die zu verschiedenen Zeiten gemessenen spirometrischen Masse auch richtig Besserung, Stillstand oder Verschlimmerung der Krankheit andeuten können, muss die Voraussetzung fest stehen, dass jedes Individuum im mittleren Lebensalter — bei dem also die Altersschwankungen nicht in Betracht kommen — eine dem jeweiligen Zustande seiner Brust entsprechende constante Lungencapacität besitzt. Dass eine solche, keinem willkürlichen Wechsel unterworfene persönliche Constante in der That vorhanden ist, habe ich bereits oben des weiteren auseinandergesetzt. Selbstverständlich ist hierbei, dass einer jeden Untersuchung die gleichen nothwendigen Bedingungen und Cautelen zu Grunde gelegt werden.

Ich resumire demnach folgendermassen:

> Das Spirometer ist zwar für die allgemeine Diagnostik von geringem Werth, dagegen ein unschätzbares Mittel zur objectiven Begründung einer individuellen Diagnose, zumal in betreff des Grades der Erkrankung, desgleichen zur Feststellung der Prognose, zur Beobachtung des Verlaufs der Krankheit und demgemäss endlich zur Constatirung der Wirkung oder Wirkungslosigkeit einer bestimmten Therapie.

Mir scheinen demnach die Vorzüge der Spirometrie erheblich genug, um sogar bei Anerkennung ihrer Schattenseiten dennoch ihre Berechtigung nicht nur, sondern selbst ihre unzweifelhaft hohe Bedeutung für die praktische Medicin aufrecht zu erhalten und die Vernachlässigung derselben als einen Fehler hinzustellen, dessen sich exacte Beobachter nicht schuldig machen sollten.

Bestimmung der Grösse der Residualluft, der Respirations-, Reserve- und Complementärluft.

Schon nach meinen ersten Untersuchungen am pneumatischen Apparat habe ich meine Ueberzeugung dahin ausgesprochen, dass die Grösse der Residualluft von den Physiologen viel zu niedrig geschätzt wird.

In Funke's Lehrbuch der Physiologie[1]) findet sich die Residualluft auf 1400—2000 Ccm. normirt. Gréhaut[2]) schätzt nach seinen Versuchen mit Einathmung von Wasserstoffgas die Residualluft bei Erwachsenen schon auf 2190—3220 Ccm. Im neuesten Lehrbuche der Physiologie, dem von Landois[3]), ist die Grösse der Residualluft dagegen noch auf 1230—1640 Ccm. taxirt, und zwar auf Grund von Goodwyn's Messung der Lungenluft an Leichen. Vierordt hat sie sogar nur auf 600 Ccm. geschätzt.

Dass alle diese Werthe zu klein sein müssen, erkannte ich aus den grossen Quantitäten Luft, welche sich der Residualluft entziehen lassen bei Ausathmung in die verdünnte Luft des pneumatischen Apparates, wie wir später bei den Wirkungen der letzteren sehen werden.

Auch die Grösse des Thoraxraumes, durch Ausmessung seiner Durchmesser gewonnen, schien mir nicht im mindesten so niedrigen Schätzungen der Residualluft zu entsprechen, wie sie von den Physiologen angenommen werden.

Die Arbeit von Neupauer[4]) bot mir die Anregung, Versuche anzustellen, um aus den Luftspannungsverhältnissen die Residualluft zu messen.

Neupauer geht von dem physikalischen Princip aus, dass, wenn ein gewisses Luftquantum aus einem kleineren Raume sich auf einen grösseren expandirt, sich seine Spannung vermindern müsse, so zwar, dass sie im umgekehrten Verhältnisse zum Rauminhalt stehe. Auf Grund dieses Gesetzes sucht er aus dem Ergebnisse der Pneumatometrie die Residualluft zu berechnen und zwar in folgender Weise: Am Ende einer forcirten Exspiration befindet sich im Brustkasten nur noch die Residualluft. Lässt man nunmehr am Pneumatometer aufs tiefste inspiriren, so dehnt sich die Residualluft über einen Raum aus, der gleich ist dem für die Residualluft plus Vitalcapacität. Hierbei hat eine Spannungsverminderung der Luft stattgefunden, welche gleich ist der vom Pneumatometer angezeigten Inspirationskraft.

Dieses Raisonnement enthält, wie ich glaube, einen doppelten Fehler:

1) 3. Auflage. Leipzig 1860. Bd. 1. S. 401.
2) Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 43. 1864.
3) Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Wien 1879. 1. Hälfte. S. 213.
4) Vergl. oben p. 80.

Erstens wird bei tiefer Inspiration am Pneumatometer der Brustkasten nicht bis zu seiner vollen Inspirationsstellung ausgedehnt: die Residualluft verbreitet sich demnach auf einen kleineren, als den angegebenen Raum. Dies giebt Neupauer selber zu, und er meint, die Differenz, um welche sich der Thorax weniger ausdehnt, liesse sich bequem durch einen Versuch im Wasserbade feststellen. Neupauer hat aber diesen Versuch nicht ausgeführt.

Sodann ist es nicht richtig, die Luftspannung in den Lungen am Ende einer forcirten Exspiration dem Barometerdruck gleichzusetzen; vielmehr muss man annehmen, dass am Ende der forcirten Exspiration ein positiver Ueberdruck besteht, welcher gleich ist dem am Pneumatometer bei langsamer tiefer Exspiration gewonnenen Exspirationsdruck. Ich werde später versuchen, mit Zugrundelegung dieser Anschauung die Residualluft zu berechnen.

Neupauer hat selbst keine Versuche zur Bestimmung der Residualluft angestellt, sondern nur an einem abstracten Beispiele die Consequenz seiner Idee entwickelt. In diesem Beispiele kommt er zu einem abnorm hohen Werthe für die Residualluft: bei einer Vitalcapacität von 3000 Ccm. und einer Inspirationskraft von — 100 Ccm.; ein Residualluftquantum von 19800 Ccm., eine Zahl, die eben nur durch die genannten Fehler möglich geworden ist.

Dennoch ist das Princip, welches Neupauer anregte, wenn es richtig angewandt wird, von hoher Bedeutung für die Bestimmung der Residualluft, und seine Geltendmachung von seiten Neupauer's ist von grosser Wichtigkeit und verdient die vollste Anerkennung.

Bei meinen Versuchen erschien es mir zunächst wesentlich, zwischen den Lungen und dem Manometer einen Luftraum einzuschalten, genügend gross, um der Versuchsperson bei einem relativ sehr geringen Masse von Anstrengung eine vollkommene Anfüllung des Thorax mit atmosphärischer Luft zu ermöglichen. Diesen Zweck erfüllt mein pneumatischer Apparat auf's vollkommenste, der ja auch zugleich mit dem Manometer, sowohl einem aus Quecksilber als auch mit einem weit empfindlicheren Wassermanometer, verbunden ist. Sodann war es wichtig, zum Versuche jemanden zu wählen, der eine sehr bedeutende Inspirations- und Exspirationskraft besitzt, damit ihn die relativ geringe Luftverdünnung, welche er beim Versuche in der Luft des Apparats erzeugt, und

welcher seine Inspirationsmuskeln entgegen zu wirken haben, an der ausgiebigsten Erweiterung seines Brustkastens nicht hindere.

Demgemäss wählte ich zu meinen Versuchen einen sehr kräftigen 39jährigen Mann von grosser Vitalcapacität und grosser inspiratorischer wie exspiratorischer Kraft, der zugleich — was für die in Frage stehenden Versuche ganz besonders wichtig — mit den Manipulationen der verschiedenen Athmungsmethoden durch häufige Experimente, die ich seit Jahren mit ihm anstellte, auf's vollkommenste vertraut ist, und bei dem ich deshalb die relativ zuverlässigsten Resultate erwarten durfte.

. Seine Inspirationskraft misst bei forcirter Athmung 160 Ccm., bei langsamer Athmung 110 Ccm. Schaltet man einen Hahn oder ein Ventil auf der Höhe der Inspiration ein, so ergiebt sich auch bei forcirter Inspiration nur 110 Ccm. Seine Exspirationskraft beträgt bei forcirter Athmung 170 Ccm., bei langsamer Athmung 120 Ccm., bei Einschaltung eines Hahns oder Ventils gleichfalls 120 Ccm.

Bevor ich an die Bestimmung der Residualluft herantreten konnte, musste zunächst die Vitalcapacität, sodann die Respirations- und Complementärluft gemessen werden.

Zu den Versuchen war es von vornherein nothwendig, um ein möglichst exactes Resultat zu erhalten, dass mittelst einer vollkommen gut anschliessenden Maske mit offenem Munde und offenem Isthmus palatinus, nicht mittelst eines Mundstücks, bei welchem der Mund nothwendig geschlossen und der Isthmus verengt ist, geathmet werde. . Denn es handelt sich ja bei unseren Versuchen darum, einen möglichst vollkommenen Spannungsausgleich der Luft in den Lungen und im pneumatischen Apparat zu erzielen. Dass die Benutzung eines Mundstücks durch den Mechanismus am Isthmus palatinus dem Spannungsausgleiche hinderlich ist, diese Anschauung habe ich bereits seit langen Jahren verfochten und deshalb das Mundstück sowohl zu physiologischen Versuchen über die Wirkung des pneumatischen Apparates wie zu therapeutischen Zwecken für verwerflich erklärt. Ein weiter unten mitzutheilendes Experiment wird die Berechtigung dieser Anschauung noch weiter erweisen.

Zuerst wurde die Vitalcapacität bestimmt, und es wurde hierbei verglichen, ob ein Unterschied bei Anwendung des Mundstückes oder der Maske bestehe.

Ich wählte hierzu zwei Methoden: 1) die gewöhnliche Methode, nach möglichst tiefer Inspiration die gesammte Luft in das Spirometer bis zur äussersten Exspiration hineinblasen; 2) nach der äussersten Exspiration aus dem mit Luft gefüllten Spirometer tief inspiriren zu lassen.

Als Spirometer benutzte ich meinen pneumatischen Apparat mit genau äquilibrirtem inneren Cylinder.

Bei Anwendung eines Mundstückes fand ich nun die Vitalcapacität, nach beiden Methoden gemessen = 4500 Ccm. Mit der Maske dagegen ergab sich nach der ersten Methode nur 4300 Ccm., nach der zweiten dagegen nach forcirter Ausathmung mit geschlossenem Munde 4500 Ccm., nach Ausathmung mit offenem Munde auch nur 4300 Ccm.

Man könnte vermuthen, dass das minus von 200 Ccm. bei Exspiration durch die Maske wegen nicht ganz luftdichten Anschlusses aus der Umkleidung der Maske in die äussere Atmosphäre durchgeschlüpft wäre. Es wäre dann aber von vorn herein nicht ersichtlich, weshalb das gleiche nicht auch bei der zweiten Methode in umgekehrter Richtung geschehen sein soll, und die übrigen Versuche zeigten überdies mit Sicherheit, dass die Erklärung anderswo zu suchen sei.

Um jedoch von vorn herein jeden Verdacht nach dieser Richtung hin abzuschneiden, dazu dient die später mitzutheilende zweite Versuchsreihe, bei welcher die Maske mittelst Collodium luftdicht an das Gesicht angeklebt und dennoch eine gleiche Differenz von 200 Ccm. beobachtet wurde.

Die Benutzung der Maske an Stelle des Mundstücks hatte, wie wir sahen, den Zweck, eine weit offene Verbindung zwischen der Lungenluft und der Luft des Apparates, d. h. ein Weitoffenbleiben des Isthmus palatinus, zur schnellen Ausgleichung der Luftspannung herzustellen. Hierzu ist es nothwendig, dass der Mund innerhalb der Maske weit geöffnet bleibe. Es ist nun klar, dass wenn nach vorhergegangener tiefer Inspiration mit weit offenem Munde, wie es bei den spirometrischen Messungen nothwendig geschieht, durch ein Mundstück möglichst tief exspirirt wird, nicht nur die gesammte Luft in den Lungen minus Residualluft, sondern auch die in der Mund- und Pharynxhöhle befindliche Luft in das Spirometer hinein geblasen wird. Anders ist die Sachlage bei Benutzung einer Maske. Hier soll der Mund und der Isthmus inner-

halb der letzteren offen gehalten werden; es bleibt deshalb ein gewisses Luftquantum in der Mund- und Rachenhöhle zurück, welches nicht in das Spirometer hineingeblasen wird. Hierdurch entsteht das minus bei der Masken-Athmung. Die Dimensionen der Mund- und Rachenhöhle sind übrigens derart, dass ihr Rauminhalt etwa den gefundenen 200 Ccm. entspricht. Bei der zweiten Methode dagegen, durch die Einathmung die Vitalcapacität zu bestimmen, ergiebt die Anwendung der Maske das gleiche Resultat wie die des Mundstückes. Hier war nämlich auch bei der Masken-Athmung eine tiefe Exspiration mit geschlossenem Munde vorangegangen, und sodann während der Inspiration wurde der Mund weit geöffnet, so dass also auch die Luft der Mund- und Rachenhöhle in Rechnung kam. Wurde dagegen mit offenem Munde exspirirt, so trat der gleiche Verlust von 200 Ccm. ein.

Ist diese Deutung richtig, so muss es sich bei der Messung der Reserve-, der Respirations- und Complementärluft in folgender Weise offenbaren: Es muss auch für die Reserveluft und für die Summe von Reserve- und Respirationsluft dieselbe Differenz zwischen Mundstück und Masken-Athmung bestehen bleiben; dagegen muss für die Complementärluft und die Respirationsluft für sich allein der Unterschied fortfallen. Bei der Athmung mittelst Mundstückes wird nämlich auch die Mund- und Rachenhöhlenluft als Reserveluft ausgeathmet, wogegen sie bei der Maskenathmung noch als Residualluft zurückbleibt. Dies hat sich denn auch bei meinen Versuchen bestätigt. Bei der Anwendung des Mundstückes zeigte sich die Reserveluft um 200 Ccm. grösser als bei Exspiration durch die Maske; dagegen erhielt ich für die Respirationsluft und für die Complementärluft vollkommen gleiche Resultate, ob ich Mundstück oder Maske, ob ich die Inspirations- oder Exspirationsmethode benutzte.

Die Ergebnisse des Versuchs zur Bestimmung der Reserve-, Respirations- und Complementärluft waren folgende:

I. Methode der Exspiration:

1. Nach einer gewöhnlichen flachen Exspiration liess ich den Rest der Luft in den als Spirometer hergerichteten pneumatischen Apparat hinein ausathmen. Geschah die Ausathmung mittelst des Mundstückes, so ergab sich ein Quantum von 1900 Ccm. Wurde dagegen mit

der Maske geathmet, so erhielt man einen Werth von nur 1700 Ccm.

Diese 1900 Ccm. stellen demnach die Grösse der Reserveluft dar mit Einschluss der Mundhöhlen- und Pharynxluft; 1700 Ccm. die Reserveluft mit Ausschluss der letzteren.

2. Nunmehr liess ich nach einer flachen Inspiration die Luft in den Apparat hinein exspiriren. Bei der Athmung mittelst Mundstückes ergab sich ein Quantum von 2600 Ccm., bei der Athmung mittelst Maske nur 2400; also in jedem Falle 700 Ccm. mehr als im ersten Versuch. Die Respirationsluft beträgt demnach 700 Ccm.

Nun ist es freilich sehr schwierig, die Inspiration und Exspiration gerade so flach einzurichten, wie sie der Norm entspricht; aber ich glaube, dass ich in dem vorliegenden Falle durch die grosse Uebung der Versuchsperson eine der Wahrheit nahe kommende Präcision erreicht habe. Bei häufigen Wiederholungen des Experiments gelangte ich immer zu dem gleichen Resultat, was also für die Gleichmässigkeit des Versuchs und die Zuverlässigkeit des Resultats spricht.

Zur Controle liess ich ihn auch derart athmen, dass ich ihm auftrug, er möchte einfach, so wie er sich gerade finde, ohne vorher eine Ein- oder Ausathmung zu intendiren, seine Luft in den Apparat hineinblasen. Es fanden sich hierbei verschiedene Werthe, die sämmtlich innerhalb der Grenzen der Respirationsluft, oder richtiger zwischen der Reserveluft einerseits und der Reserve- plus Respirationsluft andererseits schwankten, zuweilen selbst mit den äussersten Grenzen ganz oder nahezu übereinstimmten. So beispielsweise findet sich unter den bei der Mundstück-Athmung gewonnenen Zahlen auch der Werth von 2600 Ccm., also genau diejenige Zahl, welche der ruhigen Exspiration entspricht — ein Beweis, dass die Grenze nach aussen nicht überschritten war. Ebenso fand ich, namentlich bei der Masken-Athmung, Zahlen, die sich der anderen Grenze nähern, z. B. 1800 Ccm., also nur 100 Ccm. mehr als die Reserveluft.

Wir erhalten hier also folgendes Resultat:

Vitalcapacität	(v) =	4500	Ccm.
Reserveluft	(a) =	1900	-
Respirationsluft	(b) =	700	-
Complementärluft	(c) = v-a-b =	1900	-

Hierbei ist die Mund- und Rachenhöhlenluft in der Vitalcapacität sowohl wie in der Reserveluft eingeschlossen. Ziehen wir dieselbe im Betrage von 200 Ccm. ab, so erhalten wir:

Vitalcapacität	(v)	= 4300 Ccm.
Reserveluft	(a)	= 1700 -
Respirationsluft	(b)	= 700 -
Complementärluft	(c)	= 1900 -

II. Methode der Inspiration.

Ich liess den Cylinder des pneumatischen Apparats mit frischer Luft bis zur unteren Grenze der Spirometerscala füllen und äquilibrirte den Cylinder.

1. Inspirirte nun die Versuchsperson nach forcirter Exspiration aus dem Apparate, so entleerte sie aus demselben 4500 Ccm. Luft, also genau die Vitalcapacität mit Einschluss der Mund- und Rachenhöhlenluft.

Hier war es gleichgültig, ob mit dem Mundstück oder mit der Maske geathmet wurde, vorausgesetzt, dass die forcirte Exspiration mit geschlossenem Munde ausgeführt wurde, d. h. dass auch die Mundhöhlen- und Pharynxluft vorher herausgeblasen war. Wurde dagegen mit offenem Munde exspirirt, so fand sich bei der Masken-Athmung die Vitalcapacität wiederum um 200 Ccm. verringert, also nur = 4300 Ccm.

2. Wurde nach vorhergegangener flacher Inspiration aus dem Cylinder inspirirt, so ergab sich — gleichgültig ob mit Maske oder Mundstück — ein Werth von 1900 Ccm., der also der Complementärluft entspricht.

3. Wurde dagegen nach vorangegangener flacher Exspiration aus dem Apparat inspirirt, so fand sich — wiederum gleichgültig ob mit Maske oder Mundstück — ein Werth von 2600 Ccm., also wiederum 2600—1900 = 700 Ccm. für die Respirationsluft.

Die Differenz zwischen Vitalcapacität und der Summe von Respirations- und Complementärluft stellt die Reserveluft dar, die hier also gleich ist 4500 — 1900 — 700 = 1900 Ccm. mit Einschluss der Mund- und Rachenluft, dagegen nur 1700 Ccm. ohne diese.

Wir haben hier also bei beiden Versuchsreihen genau die

gleichen Zahlen gewonnen, was wiederum die Zuverlässigkeit des Experiments begründet.

Auch bei der zweiten Versuchsreihe liess ich zur Controle aus der gerade vorhandenen Mittelstellung, ohne dass ich vorher zu in- oder zu exspiriren aufforderte, einathmen: es ergaben sich auch hier Werthe innerhalb der richtigen Grenzen und diesen zum Theil nahestehend.

Vergleichen wir die obigen Zahlen mit denen, welche von anderen Autoren bereits gewonnen sind, so weichen sie nicht wesentlich davon ab. Vierordt bestimmte die Respirationsluft auf 507 Ccm. im Mittel (367—699 Ccm.). Davy und Gréhaut schätzte die Reserveluft auf 1248—1804 Ccm.[1]) Da meine Versuchsperson eine sehr kräftige und ihre Vitalcapacität sehr gross ist, so lassen sich die etwas hohen Zahlen hierdurch erklären.

Einen mittleren Werth gewinnen wir am besten, wenn wir die obigen einer vollkommen gesunden Person entnommenen Zahlen in den Procentsatz der Vitalcapacität umrechnen. Es ergiebt sich dann

1. Wenn wir die Mund- und Rachenhöhlenluft, wie es bei allen bisherigen Spirometermessungen und Experimenten geschah, in die Vitalcapacität, resp. die Reserveluft mit einschliessen:

Vitalcapacität	v	(4500 Ccm.)	= 100 pCt.
Reserveluft	a	(1900 -)	= 42,2 -
Respirationsluft	b	(700 -)	= 15,6 -
Complementärluft	c	(1900 -)	= 42,2 -

2. Bei Ausschluss der Mund- und Rachenhöhlenluft aus der Vitalcapacität und Reserveluft, wobei also dieselbe vielmehr bei der Residualluft verbleibt:

Vitalcapacität	v	(4300 Ccm.)	= 100 pCt.
Reserveluft	a	(1700 -)	= 39,5 -
Respirationsluft	b	(700 -)	= 16,3 -
Complementärluft	c	(1900 -)	= 44,2 -

Nun ging ich an die Bestimmung der Residualluft nach folgenden Methoden:

I. Ich benutzte meinen pneumatischen Apparat alter Construction und liess das Wasser aus demselben so weit ab, dass der Wasserstand auf 60 Ctm. von oben sank. Es blieb demnach im

1) Vergl. Landois' Physiologie. S. 213.

inneren Cylinder ein Luftquantum von 60.572,8 Ccm.[1] = 34368 Ccm.; also eine Luftmenge fast 8 mal so gross wie die Vitalcapacität der Versuchsperson. Der innere Cylinder berührte den Boden des äusseren.

Nun liess ich den Mann nach einer kurzen flachen Exspiration aus dem inneren Cylinder mittelst Maske Luft mit aller Kraft einathmen und nach vollendeter Einathmung den Hahn sofort schliessen.

Es fand sich nun, dass der Wasserstand bis auf 73,5, also um 13,5 Ctm. in dem äusseren Cylinder gesunken war. Berechnet man nach dem Verhältniss des Durchschnitts des inneren Cylinders zu dem des ihn umhüllenden Mantels des äusseren Cylinders, welches 81 : 19 beträgt, die Wasserhöhe im inneren Cylinder, so muss dieselbe um 3,16 Ctm. gestiegen sein. Es besteht demnach zwischen innerem und äusserem Cylinder eine Wasserstandsdifferenz von 13,5 + 3,16 Ctm. = 16,66 Ctm. Um 16,66 Ctm. Wasserdruck ist demnach die Luft im inneren Cylinder durch die tiefe Inspiration verdünnt worden. Dies entspricht einem Quecksilberdruck von 12,2 Mm. In der That zeigt das Quecksilber-Manometer eine Niveaudifferenz von ca. 12 Mm. an. Da das Wasser-Manometer die Theilzahlen viel genauer als das Quecksilber-Manometer angiebt, so dürfen wir demnach den Stand des Wasser-Manometers der Berechnung zu Grunde legen, welcher, wie gesagt, einem Quecksilberdruck von 12,2 Mm. = ca. $\frac{1}{62}$ Atmosphärendruck äquivalent ist.

Berechnen wir nunmehr, wie viel Luft dem inneren Cylinder durch die tiefe Inspiration entzogen wurde. Das Wasser stieg in demselben um 3,16 Ctm., also sind ihm 3,16 . 573 Ccm. Luftinhalt = 1814 Ccm. entzogen. Ausserdem ist der im Cylinder verbliebene Luftraum, welcher 34368 — 1814 = 32554 Ccm. beträgt, um $\frac{1}{62}$ Atmosphärendruck verdünnt worden; es sind ihm demnach weitere $\frac{32554}{62}$ Ccm. = 525 Ccm. Luft hinweggenommen worden.

Es fehlen demnach von der ursprünglichen Luft des pneuma-

1) Vergl. den folgenden Abschnitt.

tischen Apparats 1814 + 525 = 2339 Ccm. Dieses Luftquantum ist demnach in die Lungen eingeathmet worden, und zwar nimmt es denjenigen Raum ein, welcher der Respirations- plus Complementärluft entspricht.

Wir dürfen mit Sicherheit annehmen, dass bei diesem Versuch der Brustkasten in der That bis zu seiner äussersten Inspirationsgrenze ausgedehnt wurde, da nur eine Luftverdünnung von 12,2 Mm. Hg. erforderlich war, während die pneumatometrische Messung ergeben hatte, dass die Versuchsperson selbst bei langsamer Athmung eine Inspirationskraft von 110 Mm. besass, also die neunfache Luftverdünnung zu leisten im Stande war.

Nun fasst der Raum der Respirations- plus Complementärluft, wie wir gesehen, bei der Athmung aus dem Spirometer 2600 Ccm. Da bei unserem Versuche nur 2339 Ccm. eingeathmet wurden, so besteht also ein Deficit von 261 Ccm.

Dieses Deficit kann nur dadurch herbeigeführt sein, dass die Luft in den Lungen, welche sich aus Residualluft plus Vitalcapacität zusammensetzt, durch ihre Verdünnung um $\frac{1}{62}$ Atmosphärendruck um so viel an Dichtigkeit verloren hat.

Nennen wir die Residualluft x, die Vitalcapacität v, das bei der Athmung sich herausstellende Deficit m, so ist, wenn die Luftverdünnung $^1/_{62}$ Atm. beträgt,

$$m = \frac{x + v}{62}; \text{ folglich:}$$

$$x = 62\,m - v.$$

Da m = 261 Ccm., und v, mit Einschluss der Mundhöhlen- und Pharynxluft, = 4500 Ccm., so ist

$$x = 16182 - 4500 = 11682 \text{ Ccm.}$$

Auch noch auf einem anderen Wege können wir zu der obigen einfachen Formel gelangen:

Residualluft	= x
Vitalcapacität	= v
Reserveluft	= a
Respirationsluft	= b
Complementärluft	= c

Spannungsdifferenz, resp. Grad der beim Versuch erreichten Luftverdünnung, auf Quecksilberdruck reducirt, verglichen mit der Anfangsspannung = d

Quantität der beim Versuch eingeathmeten Luft = n

Deficit derselben gegen die Vitalcapacität = m

Es steht nun die bei der Spirometer-Athmung bei äusserster Inspiration in den Lungen enthaltene Luft (x + v) zu der im Experiment enthaltenen Luft (x + a + n) in geradem Verhältniss zu der jedesweiligen Spannung, die im ersten Falle 760 Mm. plus etwaigem Ueberdruck, zusammen = l, im zweiten l — d betrug. Folglich:

$$(x + v) : (x + a + n) = l : (l - d)$$
$$(x + v)(l - d) = l(x + a + n)$$
$$lx + lv - dx - dv = lx + l(a + n)$$
$$dx = l(v - a - n) - dv$$

Nun ist v — a — n = m; folglich:

$$dx = lm - dv$$
$$x = \frac{l}{d} m - v$$

d ist in unserem Falle = 12,2, und l = 760, folglich $\frac{760}{d} = 62$; also

$$x = 62\,m - v.$$

Ich verhehle mir nicht, dass die auf diesem Wege gewonnenen Zahlen auf völlige Exactität keinen Anspruch erheben dürfen. Ich beabsichtige auch keineswegs, genaue Grössen festzustellen, sondern nur einen annähernden Werth zu bestimmen.

Es sind bei der eingeschlagenen Methode Fehlerquellen vorhanden, die nicht ganz zu eliminiren sind. Schon dass man auf die Versuchsperson in betreff der richtigen Ausführung der In- und Exspiration angewiesen ist, ist ein nicht zu beseitigender Uebelstand. Ich habe indess die Ueberzeugung, dass in meinem Experimente bei der besonderen Einübung des Versuchsindividuums die gewonnenen Zahlen die denkbar zuverlässigsten sind. Ueberdies habe ich den Versuch häufig mit gleichem Erfolge wiederholt, und ich bemerke ausdrücklich: wo ich Abweichungen um einige Zehntel Centimeter von dem oben angegebenen Werthe fand, dieselben für die Grösse der Residualluft eine höhere, nicht kleinere Zahl angegeben haben. Hat demnach ein kleiner Fehler wirklich statt-

gefunden, so ist die oben gewonnene Zahl nicht zu gross, sondern zu klein. Mir liegt eben ganz besonders daran, einen Mindestwerth für die Grösse der Residualluft zu finden, um diesen mit den bisher als massgebend angenommenen Zahlen, die meines Erachtens viel zu klein sind, vergleichen zu können.

Eine Fehlerquelle liegt auch in der höheren Temperatur der Lungenluft gegen die eingeathmete atmosphärische Luft. Ich will in dieser Beziehung keinen Ausgleich versuchen, da manche Schwierigkeiten dabei obwalten. Dagegen ist ein anderer Umstand zu erwägen:

Bei der obigen Berechnung nahmen wir an, dass die Spannung in den Lungen beim Beginn des Versuchs, d. h. nach gewöhnlicher Exspiration, gleich der der Atmosphäre ist. Dies ist wahrscheinlich nicht der Fall. Vielmehr dürfen wir nach den pneumatometrischen Ergebnissen[1]) einen positiven Ueberdruck von 1 bis 2 Mm. Hg. annehmen. Setzen wir, dem Princip getreu, eher einen zu kleinen als zu grossen Werth für die Residualluft zu erhalten, den Ueberdruck gleich 2 Mm. Hg., so wird in der obigen Formel die Druckdifferenz d um 2 Mm. vermehrt; es ist dann

$$d = 14{,}2 \text{ Mm.},$$

und wir erhalten:

$$x = \frac{762}{14{,}2} m - v$$

$$x = \frac{762 \cdot 261}{14{,}2} - 4500$$

$$x = 14006 - 4500 = 9506 \text{ Ccm.}$$

Ich glaube, dass 9506 Ccm. der niedrigste Werth ist, der sich aus meinen Versuchen für die Residualluft berechnen lässt. Setzen wir den Ueberdruck bei der gewöhnlichen Exspiration kleiner als 2 Mm., was er wahrscheinlich ist, so erhält man eine grössere Zahl für die Residualluft.

Nehmen wir beispielsweise nur 1 Mm. Hg. Ueberdruck an, so erhalten wir

$$x = \frac{761}{13{,}2} \cdot 261 - 4500 = 15047 - 4500 \text{ Ccm.}$$

$$x = 10547 \text{ Ccm.}$$

---

1) Vergl. oben S. 32.

II. In einer ferneren Versuchsreihe an demselben Individuum suchte ich eine Controle über die erste zu gewinnen.

Ich liess aus dem pneumatischen Apparat, nachdem er in gleicher Weise wie zum vorigen Experiment hergerichtet war, statt nach gewöhnlicher Exspiration, nach gewöhnlicher Inspiration mit aller Kraft einathmen. Es war also in den Lungen Residual-, Reserve- und Respirationsluft zurückgeblieben, die sich nunmehr mit Zuhülfenahme eines gewissen Quantums Luft aus dem pneumatischen Apparate noch über den Raum der Complementärluft verbreitete.

Ich muss bemerken, dass dieser Versuch schwieriger genau auszuführen ist als der erste, weil unwillkürlich nach der flachen Inspiration eine Exspiration folgt, welche die Versuchsperson demnach durch ihren Willen zu unterdrücken hat. Es ergab sich folgendes Resultat:

Es wurde aus dem Apparate so viel Luft eingeathmet, dass der Wasserspiegel im äusseren Cylinder um 10 Ctm. sank. Da der Raum-Inhalt desselben sich zu dem des inneren wie 19 : 81 verhält, so muss das Wasser im inneren Cylinder um 2,35 Ccm. gestiegen sein. Es ist demnach demselben ein Luftraum von 2,35 . 573 Ccm. = 1346 Ccm. entzogen. Die Luftverdünnung beträgt $10 + 2{,}35 = 12{,}35$ Ctm. Wasserdruck, welcher $-\frac{1}{83{,}6}$ Atmosphärendruck und ca. — 9 Mm. Quecksilberdruck entspricht.

In dem Cylinder des Apparats sind noch von den ursprünglichen 34368 Ccm. Luft zurückgeblieben: $34368 - 1346 = 33022$ Ccm., welche aber um $\frac{1}{83{,}6}$ verdünnt sind, so dass an ihnen noch $\frac{33022}{83{,}6} = 395$ Ccm. Luft fehlen.

Im ganzen sind demnach eingeathmet $1346 + 395$ Ccm. $= 1741$ Ccm. Da dieses Luftquantum den Raum füllt, welcher sonst von der Complementärluft = 1900 Ccm. eingenommen wurde, so besteht demnach ein Deficit von $1900 - 1741 = 159$ Ccm., welche weniger im Thorax enthalten sind, als bei tiefer Inspiration aus dem Spirometer.

Diese 159 Ccm. sind bei einer Spannungsdifferenz von — 9 Mm. Quecksilber- oder $\frac{1}{83{,}6}$ Atmosphärendruck gewonnen und vertheilen

sich auf den ganzen Lungenraum, d. h. auf den Raum der Vitalcapacität plus Residualluft. Wenden wir die obige Formel wieder an, so erhalten wir

$$x = 83{,}6\ m - v$$
$$x = 83{,}6 \cdot 159 - 4500 = 13292 - 4500$$
$$x = 8792\ Ccm.$$

Nun ist aber diese Zahl deshalb zu klein, weil schon bei gewöhnlicher Inspiration eine negative Luftspannung besteht, die, wie ich in Uebereinstimmung mit Donders u. a. am Pneumatometer gefunden [1]), etwa gleich — 1 bis — 2 Mm. Hg. beträgt. Bringen wir — 1 Mm. in Anrechnung, so reducirt sich die Spannungsdifferenz von — 9 Mm. auf — 8 Mm. Hg. Der Barometerdruck am Versuchstage betrug 750 Mm., der Druck im Thorax war also im Beginn des Experiments = 749 Ccm. Benutzen wir auch hier die zweite aufgestellte Formel, so ergiebt sich:

$$x = \frac{749}{8}\ m - v$$
$$x = \frac{749 \cdot 159}{8} - 4500 = 14886 - 4500$$
$$x = 10386\ Ccm.$$

Setzen wir dagegen den negativen Anfangsdruck gleich — 2 Mm. Hg., so erhalten wir einen noch höheren Werth:

$$x = \frac{748 \cdot 159}{7} - 4500 = 16990 - 4500$$
$$x = 12490\ Ccm.$$

Begnügen wir uns mit annähernden Werthen, und um andere soll es sich hier nicht handeln, so stimmen die Resultate der ersten Versuchsreihe mit der der zweiten im grossen und ganzen überein. In der ersteren erhielten wir einen Werth, der zwischen 9506 und 11682 Ccm., in der zweiten einen, der zwischen 8792 und 12490 Ccm. liegt.

Ganz auffallend wird die Uebereinstimmung, wenn wir für die gewöhnliche Exspiration einen positiven Ueberdruck von 1 Mm. Hg. und für die gewöhnliche Inspiration einen gleichen negativen Druck von — 1 Mm. Hg. setzen, und aus meinen früheren Versuchen geht hervor, dass dies in der That den mittleren Werthen am nächsten entspricht. Wir erhalten dann in der ersten Versuchs-

1) a. a. O.

reihe 10547 Ccm., in der zweiten 10386 Ccm., also Zahlen, die sehr annähernd übereinstimmen.

III. Ich möchte endlich auch den Versuch wagen, aus den blossen pneumatometrischen Werthen, gleich Neupauer, aber so weit möglich, mit Vermeidung von dessen Fehlern, die Grösse der Residualluft annähernd zu schätzen.

Hierbei darf, meines Erachtens, nicht, wie es von Neupauer geschieht, die Luftspannung am Ende der Exspiration gleich Null, sondern gleich dem pneumatometrisch gefundenen positiven Ueberdruck gesetzt werden. Zu Grunde legen müssen wir die pneumatometrischen Ergebnisse nicht bei forcirter, sondern bei ruhiger Athmung. Dieselben betragen für die Inspiration 110 Mm., für die Exspiration 120 Mm.

1. Wird nach der ausgiebigsten Exspiration am Pneumatometer inspirirt, so erhalten wir zwischen äusserster Exspiration und äusserster Inspiration eine Luftspannungs-Differenz von 110 Mm. + 120 Mm. = 230 Mm. Dabei kann nur eine so geringfügige Menge neuer Luft aus dem Pneumatometerrohr aufgenommen werden, dass wir diese ohne weiteres gleich Null setzen dürfen.

Nehmen wir zunächst, was unwahrscheinlich, an, dass die Versuchsperson ihre Lungen trotz des abgeschlossenen Luftzutritts bis zur äussersten Inspirationsgrenze erweitert, so würde nunmehr die Residualluft einen Raum füllen, der ausser ihrem ursprünglichen Raum auch den der Vitalcapacität umfasst. Das Deficit an Luft m wäre in diesem Falle gleich der Vitalcapacität v.

Nehmen wir wieder die obige Formel

$$x = \frac{1}{d} m - v$$

zu Hülfe, wobei wir für 1 den Anfangsdruck zu setzen haben, welcher den Barometerdruck 760 um den Exspirationsdruck, also um 120 Mm. überragt, so erhalten wir

$$x = \frac{760 + 120}{110 + 120} v - v$$

$$x = \frac{880}{230} v - v = 3{,}8\ v - v$$

$$x = 2{,}8\ v.$$

Wir haben in dieser Formel den denkbar einfachsten Ausdruck für das Verhältniss der Residualluft zur Vitalcapacität gefunden.

Sie ist nur in der Voraussetzung richtig, dass die Versuchsperson bei der Messung ihrer Inspirationskraft den Thorax bis zu seiner äussersten Grenze ausgedehnt hat. Je kräftiger ein Individuum ist, um so mehr wird es sich dieser Voraussetzung annähern, um sie wohl niemals ganz vollkommen zu erreichen. Je schwächlicher es ist, um so weiter wird es sich davon entfernen.

In der obigen Formel ist $x = 2{,}8\ v$. v war gleich 4500 Ccm., folglich:

$$x = 12600 \text{ Ccm.}$$

Diese Zahl stellt das Maximum des Werthes dar, welchen die Residualluft in unserem Falle besitzen könnte. Hiervon muss entschieden ein Quantum abgezogen werden; denn obgleich das Versuchsindividuum zu den kräftigsten gehört, so ist es doch unwahrscheinlich, dass es die Luftverdünnung seines Thorax so weit überwand, um denselben zu seiner äussersten Inspirationsstellung ausdehnen zu können. Wie gross dieser Abzug ist, vermag ich nicht anzugeben. So viel sehen wir aber doch aus der obigen Zahl, dass sie sich den Werthen annähert, die wir bei den früheren Versuchen gewonnen haben.

Suchen wir die obige Formel auf Grund dieser Betrachtungen zu verallgemeinern, so ist m nicht $= v$ zu setzen, sondern $= v - y$.

Dieses y ist die Grösse, um welche sich der Thorax bei der pneumatometrischen Inspiration weniger ausdehnt, als sonst bei tiefster Inspiration. Nennen wir den positiven Ueberdruck bei der Exspiration e, den negativen Druck bei der Inspiration i, den Barometerdruck bar., so erhalten wir an Stelle unserer ersten Formel $x = \frac{l}{d} m - v$, die Formel:

$$x = \frac{bar. + e}{e + i} (v - y) - v$$

Je kräftiger ein Individuum ist, um so kleiner wird y, so dass y sich der Null nähern kann. Je schwächer die Inspirationskraft eines Individuums hingegen ist, desto grösser wird y.

Nehmen wir als Beispiel einen Mann, der nur 40 Mm. Inspirationskraft und 50 Mm. Exspirationskraft hat, so wird sein:

$$x_1 = \frac{760 + 40}{50 + 40} (v_1 - y_1) - v,$$

$$x_1 = \frac{800}{90} (v_1 - y_1) - v_1 = 8{,}8\ v_1 - 8{,}8\ y_1 - v_1$$

$$x_1 = 7{,}8\ v_1 - 8{,}8\ y_1.$$

Stellen wir diesem unsere Versuchsperson gegenüber, so erhalten wir:

$$x = \frac{760 + 120}{110 + 120}(v - y) - v$$

$$x = 3{,}8\ v - 3{,}8\ y - v$$

$$x = 2{,}8\ v - 3{,}8\ y.$$

Setzen wir an Stelle x eine bestimmte Zahl, z. B. wie es sich aus meinen Versuchen ergiebt, mindestens das doppelte, vielleicht das $2^1/_2$ fache der Vitalcapacität, so lässt sich auch y berechnen. Ist $x = 2\ v$, so erhalten wir in dem ersten Beispiel bei dem schwächlichen Individuum $y_1 = 0{,}66\ v_1$, dagegen im zweiten Falle bei dem kräftigen Manne $y = 0.21\ v$. Hier, glaube ich, ist die Brücke gefunden, welche die Pneumatometrie mit der Spirometrie verbindet.

2. Durch die Erfahrung bin ich seit Jahren dahin gelangt, die Inspiration am Pneumatometer nicht nach forcirter Exspiration, sondern nach gewöhnlicher flacher Exspiration zu messen, da ich bei beiden Methoden annähernd gleiche Resultate erhielt[1]) Legen wir nunmehr auch diese letzte Methode unserer Prüfung zu Grunde.

Es ist dann m = Respirations- plus Complementärluft, d. i. in unserem Falle = 2600 Ccm.

Am Anfang der Messung ist ein positiver Ueberdruck von 1—2 Mm., am Ende ein negativer Druck von 110 Mm.

$$x = \frac{760 + 2}{110 + 2}\,m - v.$$

$$x = \frac{762}{112}\,2600 - 4500 = 13189\ \text{Ccm}.$$

Diese Zahl kommt der im ersten Versuch gewonnenen Zahl 12490 ziemlich nahe, und sie kommt ihr noch näher, wenn wir m etwas kleiner annehmen, da ich bei der Messung der Inspirationskraft gewöhnlich kaum eine volle flache Exspiration vorher machen lasse. Diese Uebereinstimmung giebt einen neuen Beweis für die Richtigkeit meiner Behauptung, dass zur Messung der Inspirationskraft es keiner vorangehenden forcirten Exspiration bedarf, sondern eine gewöhnliche Exspiration genügt. Auch der so gewonnenen Zahl liegt die Voraussetzung zu Grunde, dass bei der Inspiration am Pneumatometer die Brust bis zur vollkommenen Inspirationsstellung gelangt. Da dies nicht der Fall ist, so ist die obige Zahl für die Residualluft zu gross. Die weiteren Erwägungen sind dieselben wie ad 1.

---

1) Vergl. oben pag. 36.

IV. Eine Berechnung des Brustraums nach Messung seiner Dimensionen scheint mir besonders geeignet, eine ungefähre Controle für die gewonnenen Zahlen abzugeben.

Der Mann, an dem ich meine Versuche anstellte, hat einen mittleren Brustumfang von 98 Ctm. in der äussersten Inspirationsstellung.

Die Länge seines Thorax vorn von der Clavicula bis zur 7. Rippe in der Mammillarlinie gemessen beträgt 26 Ctm., hinten von 7. Halswirbel bis zum 10. Brustwirbel 28 Ctm. Wir dürfen demnach im Mittel 27 Ctm. annehmen, wobei am hinteren Raum durch das weitere Hinabreichen der unteren Lungengrenzen und vorn durch das Emporragen der oberen Grenze über die Clavicula wohl so viel ausgeglichen werden dürfte, als durch den höheren Stand des Zwerchfells im mittleren Frontaldurchmesser des Thorax verloren geht.

Betrachten wir den Thorax als einen Cylinder von 27 Ctm. Höhe (h) und 98 Ctm. Umfang (u), so ist der halbe Querdurchmesser $r = \frac{98}{2\,\pi}$.

Der Brustinhalt (i) ist dann gleich $\frac{h.\ u.\ r.}{2}$

$$i = \frac{27.\ 98.\ 98}{4\,\pi} = \text{ca. } 20600 \text{ Ccm.}$$

Von diesen 20600 Cubikcentimetern kommen in Abzug ausser der Vitalcapacität das Volumen der luftleeren, aber mit Blut gefüllten Lungen, das Herz, die grossen Gefässe, der Raum des Mediastinum u. s. w.

Das Volumen der luftleeren Lungen überschreitet nach Beneke's[1]) Messungen selbst bei den kräftigsten Individuen, resp. auch bei den grössten Lungen selten 3000 Ccm. um ein weniges. Das Volumen des Herzens und der grossen Gefässe selbst im gefülltesten Zustand bildet nur einen Bruchtheil des Lungenvolumens.

Ziehen wir von 20600 Ccm. die Vitalcapacität = 4500 Ccm. und 3000 Ccm. für die Lungen ab, so bleibt noch ein Rest von 13100 Ccm.

Das Volumen des Herzens, der grossen Gefässe und des Me-

1) Beneke: Die anatomischen Grundlagen der Constitutionsanomalien des Menschen. Marburg 1878.

diastinums, ferner die Dicke der Brustwandung inclusive der nach innen vorspringenden Wirbelsäule dürften den Luftraum kaum noch um 3000 Ccm. verkleinern, so dass immer noch ein Rest von praeter propter 10000 Ccm. für die Residualluft verbleibt — ein Werth, der dem aus unseren Versuchen gewonnenen durchaus entspricht.

V. Ich wiederholte den ersten Versuch, liess aber anstatt mit einer Maske durch ein Mundstück athmen.

Während, wie wir sahen, beim Athmen mittelst Maske nach vorhergegangener gewöhnlicher Exspiration das Wasser im äusseren Cylinder um 13,5 Ctm. sank, im inneren um 3,16 Ctm. stieg, also eine Luftverdünnung von 16,66 Ctm. Wasserdruck = ca. $\frac{1}{62}$ Atmosphärendruck eintrat, sank nunmehr beim Athmen mittelst Mundstücks das Wasser im äusseren Cylinder um 14,4 Ctm. und stieg demgemäss — in gleicher Weise wie oben berechnet — im inneren Cylinder um 3,4 Ctm. Die Luftverdünnung betrug demgemäss 17,8 Ctm. Wasserdruck = $\frac{1}{59}$ Atmosphärendruck.

Berechnen wir hiernach, wie viel Luft von den Lungen eingeathmet wurde, so erhalten wir folgende Zahlen:

Vom inneren Cylinder fehlt im Luftraum 3,4 Ctm. Höhe; dies ergiebt ein Luftquantum von 3,4. 573 Ccm. = 1948 Ccm. Der im Cylinder übrig bleibende Luftraum = 34368 — 1948 = 32420 Ccm. ist um $\frac{1}{59}$ verdünnt, es sind ihm demnach 549 Ccm. Luft entzogen. Folglich sind von den Lungen eingeathmet worden 1948 + 549 = 2497 Ccm. Da hiermit ein Raum, welcher Respirations- plus Complementärluft = 2600 Ccm. umfasst, erfüllt wurde, so ist demnach nur ein Deficit von 103 Ccm. vorhanden, während das Deficit bei der Maskenathmung 261 Ccm. betrug.

Bei häufig wiederholten Versuchen fand sich die oben angegebene Zahl als die kleinste. Zuweilen war das Resultat so, dass bei der Mundstück-Athmung überhaupt ein Deficit nicht vorhanden war. So gelang es der Versuchsperson, wiederholentlich so viel einzuathmen, dass der Wasserstand im äusseren Cylinder auf 15 Ctm. sank. In obiger Weise berechnet, ergiebt dies ein Luftquantum von 2583 Ccm., welches eingeathmet wurde — also nahezu die vollen 2600 Ccm.!

Dieses Ergebniss ist der vollgültigste Beweis für die von mir seit lange verfochtene Anschauung, dass ein Ausgleich der Luftspannung zwischen der Lunge und dem pneumatischen Apparat bei der Mundstück-Athmung nicht statthat. Der Mechanismus am Isthmus glottidis verhindert den Ausgleich. Durch Zuhilfenahme der Saugkraft der Mundhöhle, die ja, wie wir wissen, den Werth der Inspirationskraft noch bei weitem übertrifft, wird es der Versuchsperson aufs leichteste ermöglicht, dem Apparat so viel Luft zu entziehen, dass die Lungen ihren gewöhnlichen Luftvorrath ganz oder fast ganz erhalten, und durch den sodann erfolgenden Schluss des Isthmus palatinus wird ein Entweichen von Luft behufs Ausgleichs der Luftspannung vereitelt. Bei Anwendung eines Mundstückes wird, wie ich von Anfang an lehrte, jede Druck- und Zugwirkung des pneumatischen Apparates durch den Mechanismus am Isthmus palatinus vernichtet; deshalb ist die Benutzung eines Mundstückes sowohl zu wissenschaftlichen Untersuchungen über die physiologische Wirkung der comprimirten und verdünnten Luft sowie zu therapeutischen Zwecken vollkommen zu verbieten. Durch mein eben angeführtes Experiment ist hierfür der stricteste Beweis geführt worden.

Zweite Versuchsreihe.

Die wichtigsten der oben mitgetheilten Experimente wiederholte ich an einem meiner früheren Assistenten.

Ich modificirte hier den Versuch derart, dass ich die Maske mittelst Collodium an das Gesicht luftdicht anklebte.

Auf die Details, die der ersten Versuchsreihe völlig analog sind, will ich nicht noch einmal eingehen, sondern mich mit der Mittheilung der Ergebnisse begnügen:

Die Inspirationskraft bei forcirter Athmung beträgt . . . . 140 Mm.
- Exspirationskraft - - - - . . . . 170 -
- Inspirationskraft bei langsamer tiefer Athmung beträgt 70—80 Mm.
- Exspirationskraft - - - - 90—110 -

Bei Einschaltung eines Hahns, der auf der Höhe der Inspiration resp. Exspiration geschlossen wird, ergiebt sich:

Inspirationskraft 72 Mm.
Exspirationskraft 100 -

Die Vitalcapacität, nach der gewöhnlichen Methode mittelst Mundstück gemessen, ist = 3900 Ccm.

Dagegen ergiebt sich dieselbe bei der Athmung mittelst der luftdicht angeklebten Maske nur = 3700 Ccm. Da hier von einem Durchschlüpfen von Luft nicht die Rede sein kann, so muss das Deficit von 200 Ccm., meiner obigen Erklärung zufolge, auf Rechnung der Mundhöhlen- und Rachenhöhlenluft gesetzt werden.

Die Reserveluft mit Einschluss der Mund- und Rachenhöhlenluft beläuft sich auf 1400 Ccm., ohne dieselbe auf 1200 Ccm.

Die Respirationsluft ist = 700 Ccm.
- Complementärluft = 1800 -

Berechnen wir auch hier den Procentsatz, so ergiebt sich

1. bei Einschluss der 200 Ccm. Mund- und Rachenhöhlenluft in die Vitalcapacität und in die Reserveluft:

Vitalcapacität	3900 Ccm.	=	100 pCt.
Reserveluft	1400 -	=	35,9 -
Respirationsluft	700 -	=	17,9 -
Complementärluft	1800 -	=	46,2 -

2. Bei Ausschluss der 200 Ccm.:

Vitalcapacität	3700 Ccm.	=	100 pCt.
Reserveluft	1200 -	=	32,4 -
Respirationsluft	700 -	=	19,0 -
Complementärluft	1800 -	=	48,6 -

Zur Messung der Residualluft wurde der pneumatische Apparat in gleicher Weise wie beim ersten Versuch hergerichtet.

Nach gewöhnlicher Exspiration wurde aus dem Cylinder tief inspirirt, es sank dabei der Wasserspiegel im äusseren Cylinder um 13,2 Ctm. Er muss deshalb im inneren Cylinder um $\frac{19}{81}13{,}2$ = 3,1 Ctm. gestiegen sein, und die Luftverdünnung ist = 13,2 + 3,1 = 16,3 Ctm. negativem Wasserdruck = $-\frac{1}{63{,}3}$ Atmosphärendruck.

Es fehlt demnach im Apparat erstens ein Luftraum von 3,1 . 573 Ccm. = 1776 Ccm., sodann vom Reste 34368 — 1776 = 32592 der 63,3. Theil, d. i. 515 Ccm.; in Summa 1776 + 515 = 2291 Ccm.

Diese 2291 Ccm. sind demnach von der Lunge eingeathmet worden und füllen den Luftraum der Complementär- und Respi-

rationsluft = 2500 Ccm. Es besteht demnach ein Deficit von 2500 — 2291 = 209 Ccm.

Berechnen wir hiernach nach der oben angegebenen ersten Formel die Residualluft, so ist dieselbe = 209 . 63,3 — 3900, d. i. = 9329 Ccm.

Berücksichtigen wir noch den anfänglichen Ueberdruck und zwar mit der grössten Zahl, d. h. mit derjenigen, nach welcher wir den kleinsten Werth für die Residualluft erhalten, nämlich mit 2 Mm., und benutzen wir die zweite Formel

$$x = \frac{l}{d} m - v,$$

so ist, da $\frac{1}{63,3}$ Atm. Druck = 12 Mm. Quecksilberdruck, d = 12 + 2 Mm. = 14 Mm., und l = bar. + 2,

$$x = \frac{762}{14} . 209 - 3900$$

$$x = 11375 - 3900 = 7475 \text{ Ccm.}$$

Setzen wir dagegen, was der Wirklichkeit näher kommt, den Anfangsüberdruck nur gleich 1 Mm., so erhalten wir

$$x = \frac{761}{13} . 209 - 3900 = 8334 \text{ Ccm.}$$

Wir haben hier demnach eine Zahl für die Residualluft gewonnen, welche zu der Vitalcapacität in einem annähernd gleichen Verhältniss steht, wie bei der ersten Versuchsperson.

Ich hoffe, durch die hier mitgetheilten Experimente den Beweis geliefert zu haben, dass die Residualluft einen viel höheren Werth hat, als sie bisher von den Physiologen geschätzt wurde, dass sie nicht nur nicht kleiner als die Vitalcapacität, sondern mindestens doppelt so gross oder mindestens nahezu doppelt so gross als die Vitalcapacität ist.

Die klinischen Beobachtungen weisen gleichfalls auf eine weit höhere Ziffer hin, als bisher angenommen wurde. Es gehört durchaus nicht zu den Seltenheiten, dass bei einer Punction der Pleura 2000 bis 3000 Ccm. Flüssigkeit entleert werden, in Fällen, bei welchen entweder noch bei weitem nicht die ganze Pleurahöhle mit Flüssigkeit angefüllt, resp. nicht die gesammte Luft aus der Lunge entwichen war, oder wo nur ein Theil der Flüssigkeit entleert wurde. So machte ich vor kurzem erst die Punctio thoracis

bei einem Manne, bei welchem nachweisbar noch der obere Lungenlappen lufthaltig war, und nachdem ich 2500 Ccm. seröses Exsudat entleert hatte, worauf ich die Operation, weil dem Kranken eine Ohnmacht drohte, beenden musste, war noch, wie die Percussion nachwies, ein ziemlich beträchtlicher Theil des Exsudats zurückgeblieben, vielleicht noch ebensoviel, wie bereits durch den Dieulafoy'schen Apparat entleert worden war. Berücksichtigen wir, dass es sich hier nur um den Pleuraraum einer Seite, also nur um den halben Thoraxraum gehandelt hat, so begreifen wir, eine wie grosse Flüssigkeitsmenge der Thorax zu fassen vermag, in einem Raume, welcher sonst von der Residualluft und der Luft der Vitalcapacität ausgefüllt wurde, der allerdings durch den Druck des pleuritischen Exsudats über die äusserste Inspirationsstellung noch erweitert sein konnte.

III. Zur Lehre von der Brustmessung.

Wenn Wintrich[1]) nach langen mühevollen Untersuchungen über Brustmensuration zu dem Resultate kam, dass dieselbe für die Diagnose gänzlich unbrauchbar ist, so ist er vollkommen im Recht, und ich bin nicht gewillt, sein Urtheil zu entkräften. Auch ich habe nach meinen Erfahrungen kaum jemals ein irgendwie werthvolles diagnostisches Resultat aus der Brustmessung gewinnen können. Das Ergebniss der Thoracometrie bleibt stets weit hinter dem des prüfenden Auges zurück.

Ich halte eine genaue Inspection der Brust für eine der wichtigsten diagnostischen Methoden, die mir nicht minder werthvoll scheint als die Percussion und Auscultation. In den meisten Fällen der Phthisis ist man im Stande, aus der blossen Inspection nicht blos das Vorhandensein der Erkrankung zu erkennen, sondern selbst gewisse Details über Ort und Art derselben als wahrscheinlich zu diagnosticiren. Ich habe es in meinen Vorlesungen stets für meine Pflicht gehalten, die Studirenden auf diese leider gar zu sehr vernachlässigte und dabei doch einfachste Methode der Diagnostik mit Nachdruck hinzulenken, und konnte ihnen in den meisten Fällen demonstriren, dass, nachdem sie aus der blossen Inspection eine Wahrscheinlichkeitsdiagnose gestellt, diese sodann durch die Percussion und Auscultation bestätigt wurde[2]). Diese

1) Wintrich, Krankheiten der Respirationsorgane in Virchow's Handbuch der speciellen Pathologie und Therapie. Bd. V. 1. Ferd. Enke. Erlangen 1854.

2) Die Inspection hat 1) zu eruiren, wie der Bau der Brust, die Constitution, die Respiration etc. überhaupt ist; 2) ob bei ruhigem Athmen Sym-

Erfahrungen machen es erklärlich, dass auch die Alten, denen die neueren Untersuchungsmethoden abgingen, dennoch allein durch geschärftere Uebung des Auges und des Tastsinns sehr wohl im Stande gewesen sind, genaue Diagnosen zu stellen.

Das geübte Auge entdeckt bereits so geringfügige Abweichungen von der Norm, so feine Störungen der Symmetrie, wie sie jedem Messapparat vollkommen entgehen. Oft genug habe ich mich vergeblich bemüht, wo für das Auge eclatant erkennbare und unzweifelhaft vorhandene Abflachungen einer oberen Brusthälfte vorhanden waren, diese durch einen Brustmesser nachzuweisen. Entweder war das Resultat gleich Null, oder so unbedeutend, dass ein Schluss daraus nicht gezogen werden konnte, oder es war überhaupt aus Nebenumständen völlig unbrauchbar.

---

metrie zwischen beiden Seiten an der vorderen Thoraxwand besteht, resp. ob die eine oder andere Seite namentlich in den Fossae supra- und infraclaviculares gegen die andere abgeflacht ist; 3) ob bei tiefer Inspiration sich die eine Seite mehr hebt als die andere. Oft genug begegnet es, dass während beispielsweise die rechte Infraclaviculargegend gegen die linke bei gewöhnlichem Athmen abgeflacht erscheint, umgekehrt bei tiefer Inspiration sich die rechte Seite mehr wölbt als die linke. In solchen Fällen kann man mit Sicherheit den Schluss ziehen, dass beide Seiten erkrankt sind, uud zwar stellt gewöhnlich diejenige Seite, welche in der Ruhe abgeflacht erscheint, aber bei tiefer Inspiration sich dennoch wölbt, eine ältere, ganz oder theilweise abgelaufene Erkrankung (Lungencirrhose, Adhäsionen) dar, während die nicht eingesunkene, aber sich weniger wölbende Seite mehr eine frische Erkrankung (entzündliche Infiltration, frische käsige Pneumonie u. s. w.) anzeigt. Oft auch kann man schon daraus eine Affection beider Lungen erschliessen, dass die eine Seite in der Fossa infraclavicularis mehr gegen das Acromion hin, die andere mehr gegen das Sternum abgeflacht erscheint. — Sehr wesentlich wird die Inspection meist von der Palpation unterstützt. Diese zeigt einerseits die grössere oder geringere Hebung der Brust an, vervollständigt also das aus der Inspection ad 3. gewonnene Ergebniss. Andererseits lege ich auf den Fremitus ein grosses Gewicht. Aus zahlreichen Untersuchungen, namentlich auch in solchen Fällen, die ich in meinen Vorlesungen als unzweifelhaft demonstriren konnte, gewann ich die Erfahrung, dass durch Verdichtung des oberen Lungenlappens bei Phthisis der Fremitus eben so verstärkt werde, wie durch die gewöhnliche Pneumonie, und dass sich dieses Zeichen neben den übrigen zur Diagnose verwerthen lasse.

Um aus der Inspection und Palpation eine genaue Diagnose gewinnen zu können, ist es freilich nothwendig, dass die Brust des Kranken stets vollkommen entkleidet sei. Man sollte bei einer Untersuchung dies zu fordern niemals unterlassen.

Die Thoracometrie kann demnach keinen Anspruch erheben zur Feststellung der Diagnose überhaupt und am allerwenigsten einer irgend wie feineren Diagnose in zweifelhaften Fällen von Werth zu sein. Ihre Rolle ist eine viel bescheidenere.

Zunächst trägt sie ganz im allgemeinen zu einer grösseren Exactheit in der Beschreibung der Thoraxverhältnisse bei. Sie gestattet, in absoluten Zahlen das Mass einer Abnormität auszudrücken, welches sonst bei der Bestimmung mittelst des Auges nur in einer relativen Beschreibung seinen Ausdruck findet. Kennt man ein ungefähres mittleres Mass für den Brustumfang eines mittelgrossen gesunden, nicht schwächlichen Individuums, das man beiläufig auf etwa 80—85 Ctm. veranschlagt, so giebt jede andere Zahl einen gewissen Massstab für den Grad der Abweichung vom Mittel. Hören wir also z. B., dass jemand 100 Ctm. Brustumfang hat, so werden wir uns einen ausserordentlich gewölbten Thorax vorstellen, wobei wir freilich noch nicht wissen, wie viel von diesem Mass auf Fettpolster, Musculatur und wie viel auf die wirkliche Lungencircumferenz kommt. Finden wir umgekehrt nur einen Brustumfang von 60 Ctm., so wird uns diese Zahl über die äusserste Flachheit und Schmalheit des Thorax mehr belehren, als es irgend eine Beschreibung zu thun im Stande ist.

Der Werth der Zahl an sich also ist es, welcher der Beschreibung eine grössere Exactität verleiht, und wenn diese Zahl auch nicht uns zur Diagnose verhilft, so kennzeichnet sie doch das Individuum besser, als es sonst Worte vermögen, und trägt hierdurch auch zu einer Individualisirung der Diagnose bei.

Selbstverständlich bin ich fern davon, die Brustmessung aus diesem Grunde für jede Untersuchung oder auch nur ihre Resultate für jede exacte Krankengeschichte zu fordern; für gewöhnlich wird meiner Meinung nach die relative Beschreibung ausreichen und demjenigen, der mit den mittleren Massen nicht vertraut ist, sogar viel mehr leisten als die Massbestimmung. Nur in sehr eclatanten oder dem Extrem sich nähernden Fällen wird die Angabe des Masses von grösserem Werthe sein.

Was mich aber speciell die Brustmensuration wieder aufnehmen und sie theilweise empfehlen lässt, ist die Rücksicht auf die Therapie. Die Brustmessung bietet ein Mittel mehr, um hervorstechende Erfolge der Therapie in geeigneten Fällen durch absolute Zahlen zu demonstriren. Wenn unser Auge auch erkennt

— und dies selbst bei weitem feiner als die Messung —, dass eine flache Brust sich nach Verlauf einiger Zeit gewölbt, eine durch pleuritische Schwarten retrahirte Brusthälfte mehr oder weniger zur Norm zurückgekehrt ist, so wird sich diese Wahrnehmung, die ein anderer leicht als ein subjectives, der Täuschung unterworfenes Urtheil hinstellen könnte, durch die Mensuration zu einer objectiven Gewissheit gestalten lassen. Dieser Vorzug ist für mich der wesentlichste, und um von ihm für die Bedeutung der mechanischen Behandlung der Respirationsorgane Nutzen zu ziehen, habe ich mich der Brustmessung zugewendet. In der That habe ich in einzelnen Fällen, bei starker Einziehung des Thorax durch pleuritische Schwarten, ein durch die Behandlung mittelst meines pneumatischen Apparates erhaltenes, derartig eclatanes Resultat auf dem Wege der Messung feststellen können, wie es eine Beschreibung so objectiv überzeugend niemals vermocht hätte. Für die weitaus meisten Fälle freilich ist die Brustmessung auch in dieser Beziehung ohne sonderlichen Werth, weil die Mass-Differenzen, die innerhalb kurzer Zeit, besonders bei Phthisis, zu Stande kommen, nicht erheblich genug sind, um gegenüber den möglichen kleinen Ungenauigkeiten der Messung in's Gewicht zu fallen. Aber wenn auch nur die frappanten, wegen der Grösse der Differenz nicht mehr der Deutung unterworfenen Fälle verwerthet werden, so sind diese verhältnissmässig wenigen Fälle immer erfreulich genug, um die kleine Mühe, welche die Mensuration macht, vollständig aufzuwiegen.

Die Gründe, weshalb das Mass des Brustumfangs für die allgemeine Diagnose nicht von Werth ist, beruhen darauf, dass ein mittleres Mass für Gesunde sich nicht feststellen lässt.

Der Brustumfang bei erwachsenen Personen schwankt im allgemeinen zwischen 60—100 Ctm., und es ist nicht Gesundheit oder Krankheit, sondern vielmehr schwächlicher oder kräftiger Körperbau und die Constitution, welche sich in diesen Massen, besonders in den Extremen derselben ausdrückt. Für einen mittelkräftigen Menschen stellt sich im Durchschnitt die Brustcircumferenz in der ruhigen Exspirationsstellung auf 80—85 Ctm. Ein Erwachsener mit nur 60—70 Ctm. Brustumfang wird wohl stets als ein schwächlicher, einer mit 90—100 Ctm. Umfang als ein kräftiger oder wenigstens corpulenter angesehen werden dürfen.

Kannte man das Mass des Brustumfangs einer Person nicht,

so lange dieselbe gesund war, so wird man aus dem Mass derselben, wenn sie erkrankt ist, kein Urtheil über das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein einer Krankheit fällen können; denn die absoluten Brustmasse bei Erkrankten sind fast niemals so intensiv verändert, dass sie über die Extreme der auch bei Gesunden vorkommenden Werthe hinausrücken. Es können Personen mit durchaus abnorm kleinen Brustmassen vollkommen gesund sein, während andere mit normalen Massen intensiv an den Brustorganen krank sind. Also einen Massstab für Gesundheit und Krankheit geben uns die thoracometrischen Werthe überhaupt nicht. Was sie uns lehren, ist allein die ungefähre Schätzung, ob eine Brust kräftig oder schwächlich gebaut; ob sie demgemäss mehr oder weniger zu leisten im Stande ist, und im weiteren ob eine abnorm schwächliche Constitution und speciell eine Disposition zur Phthisis vorliegt.

Die Schätzung der Leistungsfähigkeit der Brust, ob dieselbe schwächlich oder kräftig ist, interessirt ganz besonders den Militärarzt für die Feststellung der Brauchbarkeit zum Militärdienst. Der Mangel feststehender Normen für die Thoracometrie macht sich naturgemäss auch in der militärärztlichen Praxis geltend. Für die Armeen der meisten Staaten bestehen Instructionen über ein zur Diensttauglichkeit erforderliches Minimalmass, von welchem nur in Ausnahmefällen bei sonst ganz besonders günstig liegenden übrigen Verhältnissen Abstand genommen werden darf. Ich verweise in dieser Beziehung auf das klassische Werk von Roth und Lex [1]) (Bd. III. p. 164 ff.), und begnüge mich hier mit wenigen Notizen. Für die deutsche Armee verordnet die „Dienstanweisung vom 8. April 1877“, dass bei mittlerer Körpergrösse ein Brustumfang von 80 Ctm. in der Exspirationsstellung nur ausnahmsweise genüge, wenn die übrigen Körperverhältnisse günstig sind und die Respirationsbreite nicht unter 5 Ctm. beträgt. Die österreichische Instruction setzt den Minimalwerth auf 752 Mm., die französische auf 784 Mm., die englische auf 838 Mm. fest.

In Bezug auf militärische Brustmessungen nicht nur, sondern auch zur Anregung weiterer physiologischer und pathologischer Forschungen nach dieser Richtung hin, verweise ich noch ganz besonders auf die gründlichen Untersuchungen Frölich's [2]). Ich glaube, dass eine Fortsetzung seiner Versuche, so weit sie sich auf die Durchmesser und die Excursionen der Brust in den verschiedenen Regionen derselben beziehen, fruchtbringend sein dürfte.

Frölich urgirt mit Recht, dass bei sämmtlichen vorzunehmenden Brust-

1) Handbuch der Militär-Gesundheitspflege von Generalarzt Dr. Wilh. Roth und Oberstabsarzt Dr. Rudolf Lex. 3 Bände. 1872—1877. August Hirschwald.

2) Virchow's Archiv Bd. 54. S. 352. 1872.

messungen die Methode der Untersuchung die gleiche sein müsse. Für militärische Zwecke empfiehlt er als die zweckmässigste Region der Messung den mittleren Brustumfang. Dieser ist durch vier feste Punkte, nämlich die beiden Brustwarzen und die unteren Schulterblattwinkel, genau charakterisirt.

Was die Stellung der Arme beim Messen betrifft, so empfiehlt Frölich, dieselben seitwärts wagerecht emporzuhalten, entgegen der sonst grösstentheils üblichen Methode, den Armen eine Stellung senkrecht nach aufwärts zu geben. Frölich weist durch gründliche Untersuchungen nach, dass bei der von ihm empfohlenen Stellung die geringsten Schwankungen vorkommen und Fehlerquellen am meisten vermieden werden.

Endlich empfiehlt Frölich, erstens den Brustumfang bei tiefster Inspiration und sodann bei tiefster Exspiration zu messen. Den letzten Durchmesser hält er für den wichtigsten. Nach Messungen an 725 völlig entwickelten und gesunden 20jährigen Männern (Rekruten) ergab sich bei diesen im Mittel ein Brustumfang von 82 Ctm. für die tiefste Exspiration, von 89 Ctm. für die tiefste Inspiration. Die Excursion der Brust zwischen diesen beiden Extremen betrug im Mittel 7 Ctm.

Als das Minimum eines für den Militärdienst tauglichen Brustumfangs in tiefster Exspirationsstellung bezeichnet Frölich 75,0 Ctm. Ein geringeres Mass weist nach ihm auf eine unreife Brust hin. Ein Brustumfang von 750 bis 759 Mm. genügt nur ausnahmsweise, dagegen ist ein Durchmesser über 760 Mm. brauchbar bei sonst günstigen Körperverhältnissen.

Aehnlich urtheilt neuerdings Fetzer[1]), welcher das militärische Minimalmass des Brustumfangs in der Exspirationsstellung auf 76 Ctm. bestimmt, für die Inspirationsstellung dagegen 85 Ctm. festgehalten wissen will.

Neue Erfahrungen über Brustmessung sind auch von A. Vogl[2]) veröffentlicht worden. Besonders bemerkenswerth sind die von ihm angegebenen Proportionen zwischen Körpergrösse und Brustumfang, die selbstverständlich einen viel richtigeren Massstab der Beurtheilung liefern, als absolute Zahlen des Brustumfangs ohne Rücksicht auf die Körpergrösse. Vogl hatte schon aus seinen Untersuchungen vom Jahre 1868 folgende Minima des Brustumfangs nach der Körpergrösse festgestellt:

Bei Körpergrösse von	Brustumfang in minimo bei Gesunden.
170 Ctm.	81 Ctm.
167 -	80 -

1) Ueber den Einfluss des Militärdienstes auf die Körperentwicklung etc. von Dr. B. K. Fetzer, Stabs- und Bat.-Arzt etc. Stuttgart. Verlag von Adolf Bonz et Co. 1879. — Als dieses Buch herauskam, war der Abschnitt meines Werkes über Spirometrie bereits gedruckt, so dass ich die bemerkenswerthen Mittheilungen des Herrn Verf. über spirometrische Messungen nicht mehr benutzen konnte.

2) Ueber den praktischen Werth der Brustmessungen beim Ersatzgeschäfte. München. Finsterlin 1877.

Bei Körpergrösse von	Brustumfang in minimo bei Gesunden.
165 Ctm.	79 Ctm.
162 -	78 -
160 -	77 -
157 -	76 -
155 -	75 -

Er ergänzt sie neuerdings dahin, dass Körpergrössen von 160, 170, 180 Ctm. bei Gesunden in minimo Brustumfängen von 77,0 Ctm., 81,2 Ctm., 83,8 Ctm. entsprechen, und dass unter diesen Massen eine Brauchbarkeit für den Militärdienst nicht angenommen werden dürfte.

Fetzer constatirt in ähnlicher Weise für die von ihm untersuchten Rekruten bei den kleinen (Körpergrösse 157 — 165 Ctm.) einen mittleren Brustumfang von 79 — 80 Ctm., bei den mittelgrossen (165,5 — 175 Ctm. Körpergrösse) einen mittleren Brustumfang von 81—83 Ctm., bei den grossen (mehr als 175 Ctm.) dagegen einen Brustumfang von mehr als 83 Ctm. in der Exspirationsstellung.

Locale Messungen, namentlich der halbseitigen Circumferenz zur Feststellung von pathologischer Asymmetrie, führen gewöhnlich nicht zu brauchbaren Resultaten, wenn nicht gerade die Verschiedenheit beider Seiten eine sehr hochgradige ist. Zudem sind die physiologischen Masse der beiden Brusthälften für gewöhnlich schon an sich nicht gleich: die Rechtshändigen haben rechts eine grössere Circumferenz, die von $^1/_2$ bis zu 2 Ctm. gegen links differiren kann (Corbin, Woillez, Wintrich u. a.). Feine, durch pathologische Processe bedingte Abweichungen in der Symmetrie beider Seiten, auch wenn sie dem Auge klar erkennbar sind, entgehen deshalb der Messung vollständig, indem die Differenzen hierbei gewöhnlich so gering sind, dass sie gegen die möglichen physiologischen Abweichungen nicht in's Gewicht fallen.

Es ist nicht nur der Brustumfang, sondern ganz vornehmlich auch die Brustbeweglichkeit, welche durch die Thoracometrie bestimmt wird. Auch diese festzustellen, halte ich aus denselben Gründen für wichtig, wie ich dies oben für den Brustumfang auseinander gesetzt habe.

Die Brustbeweglichkeit schwankt eben so wie der Brustumfang innerhalb weiter physiologischer Grenzen. Zwar wächst dieselbe mit der Körpergrösse (Arnold); aber dennoch sind die Werthe nicht derart, dass sie für eine genaue Bestimmung zu

benutzen sind [1]). Oft genug zeigen gesunde Personen eine relativ geringe Brustbeweglichkeit, wogegen dieselbe bei Kranken, die an den Respirationsorganen leiden, nicht selten sich in den normalen Grenzen bewegt.

In der Regel jedoch wird die Brustbeweglichkeit mehr oder weniger durch Erkrankungen des Respirationstractus beeinträchtigt. Besonders zu nennen sind Emphysem, Lungenphthisis, Pleuritis, Pneumonie, Pneumothorax u. a., welche die Brustbeweglichkeit in jedem Falle herabsetzen, zuweilen freilich nur in so geringem Masse, dass immer noch keine Abweichung von dem, was man auch bei Gesunden beobachtet, ersichtlich ist, meistens jedoch so erheblich, dass der gewonnene Werth schon auf den ersten Blick ausserordentlich gering erscheint.

Bei gesunden Personen schwankt die Brustbeweglichkeit, von der äussersten Exspirations- bis zur tiefsten Inspirationsstellung gemessen, im Mittel zwischen 6—8 Ctm. Indess habe ich oft genug bei gesunden Personen nur eine Beweglichkeit von 3—6 Ctm. gefunden, während andererseits manche Individuen es auf 10 Ctm. und selbst mehr, sogar bis zu 12 Ctm. bringen. Bei Phthisikern, Emphysematikern, Pleuritikern erinnere ich mich kaum jemals über 6 Ctm. gefunden zu haben; gewöhnlich hatten sie im Maximum 4—5 Ctm. und in vorgeschrittenen Fällen nur 1—3 Ctm.

Auch Fetzer fand bei seinen Rekruten-Untersuchungen bei weitem am häufigsten eine Brustbeweglichkeit von 6—10 Ctm. Von 392 Rekruten hatten nur 4 Mann, und zwar dies auch nur hauptsächlich durch Ungeschicklichkeit und Befangenheit, eine Excursion von 4 Ctm., 13 Mann hatten 5 Ctm., 48 Mann 6 Ctm., 80 Mann 7 Ctm., 96 Mann 8 Ctm., 68 Mann 9 Ctm., 63 Mann 10 Ctm., 16 Mann 11 Ctm. und nur 4 Mann 12 Ctm. Fetzer (a. a. O. p. 194) möchte als untere Grenze der Tauglichkeit zum Militärdienst 8 Ctm. festsetzen und einen Brustspielraum von weniger als 8 Ctm. nur für bedingt zulässig, einen solchen von weniger als 5 Ctm. für unzulässig zum Militärdienst erklären. Von Interesse ist auch die Beobachtung Fetzer's, dass das ursprüngliche mittlere Mass von 8 Ctm. im Verlaufe des ersten Dienstjahres auf 10,1 Ctm. sich steigerte.

---

1) Arnold berechnet aus seinen Untersuchungen für

eine Körpergrösse von	eine mittlere Brustbeweglichkeit von
157—165 Ctm.	6,5 Ctm.
165—170 -	7 -
171—175 -	7,5 -
177—180 -	8 -
181—191 -	8,5 -

Man kann die Messung des Brustumfangs sowohl wie der Brustbeweglichkeit in drei verschiedenen Höhen des Thorax vornehmen: 1) in einer horizontalen, welche möglichst hoch oben zwischen den Achselhöhlen verläuft; 2) auf der Höhe der Brustwarzen; 3) auf der Höhe des Processus xiphoideus und des Ansatzes der Rippenknorpel.

Am häufigsten, namentlich bei militärischen Messungen, wird die mittlere Circumferenz (bei hoch in die Höhe, besser seitwärts wagerecht [Frölich] gehaltenen Armen) gemessen. Bei Phthisikern ist es jedoch vorzuziehen, in der erst angegebenen Höhe, d. h. möglichst hoch oben hart unter der Achselhöhle zu messen, weil hier die pathologischen Differenzen am meisten sich geltend machen. Dahingegen bei Emphysem, Pleuritis u. a. empfiehlt es sich mehr, den unteren oder mittleren Umfang abzuschätzen.

Man hat das Verhalten des oberen zum mittleren und unteren Durchmesser mit einander verglichen und daraus verschiedene Schlüsse gezogen (Hirtz, Wintrich u. a.).

Wintrich fand, dass im jugendlichen und mittleren Lebensalter der obere Brustumfang stets den untersten und zwar um ca. 1,5—7,6 Ctm. übertrifft; Hirtz giebt im Mittel 7 Ctm., als Extreme 3 und 12 Ctm. Differenz an. Bei Frauen ist die Differenz wesentlich geringer als bei Männern.

Meine eigenen Erfahrungen stimmen mit denen der genannten Autoren überein. Noch möchte ich hinzufügen, dass auch der mittlere Brustumfang bei gesunden Personen kleiner als der obere, dagegen grösser als der untere ist.

Nach Hirtz stellt sich bei Phthisikern eine Umkehr in dem Verhältniss heraus, indem er bei ihnen stets den unteren Brustumfang grösser fand als den oberen, und zwar im letzten Stadium um 2—8 Ctm., im Mittel 4 Ctm., im Anfangs- und mittleren Stadium der Phthisis um 0—4 Ctm., im Mittel 2 Ctm.

Wintrich dagegen fand bei den meisten Phthisikern, die er untersuchte, immer noch den oberen Umfang grösser als den unteren, und nur in einem sehr kleinen Theil der Fälle trat eine Umkehr des Verhältnisses oder eine Gleichheit beider Circumferenzen ein.

Ich muss mich nach meinen Erfahrungen Wintrich vollkommen anschliessen. Auch ich fand bei Phthisikern bei weitem am häufigsten den oberen Durchmesser grösser als den unteren und meist auch als den mittleren; nur selten sank er unter den Werth dieses letzteren oder gar des ersteren.

Instrumente zur Brustmessung.

Zur Messung des Brustumfangs genügt ein einfaches Schneidermass, und zur Noth lässt sich dasselbe sogar auch zur Messung

der Brusterweiterung benutzen, wenn diese eine einigermassen bemerkliche ist, und auf Genauigkeit kein Gewicht gelegt wird.

Will man jedoch wissenschaftlich brauchbare und auf Exactität Anspruch erhebende Resultate erhalten, so muss man zu Instrumenten, die zu diesem Zwecke construirt sind, seine Zuflucht nehmen.

Ein sehr schönes Instrument, mit dem ich meine ersten Untersuchungen anstellte, ist das Thoracometer oder Chest-Measurer von Sibson. Da dasselbe jedoch nur zu localen Messungen, d. h. zur Untersuchung der Excursion nicht des ganzen Brustumfangs, sondern nur circumscripter Partien des Thorax construirt ist, so hat es eine für die Messung des gesammten Brustumfangs viel zu geringe Excursionsbreite, nämlich nur die eines englischen Zolles. Von der Brauchbarkeit der localen Messungen für diagnostische Zwecke bin ich, wie bereits oben angedeutet, bald zurückgekommen, und ich bemühte mich deshalb, das Sibson'sche Instrument für die Messung der Erweiterungsfähigkeit des gesammten Brustumfangs brauchbar zu machen. Zu diesem Zwecke liess ich das Instrument so einrichten, dass eine Excursion bis zu 6 Centimetern [1]) genau mit Millimeter-Abtheilungen gemessen werden kann.

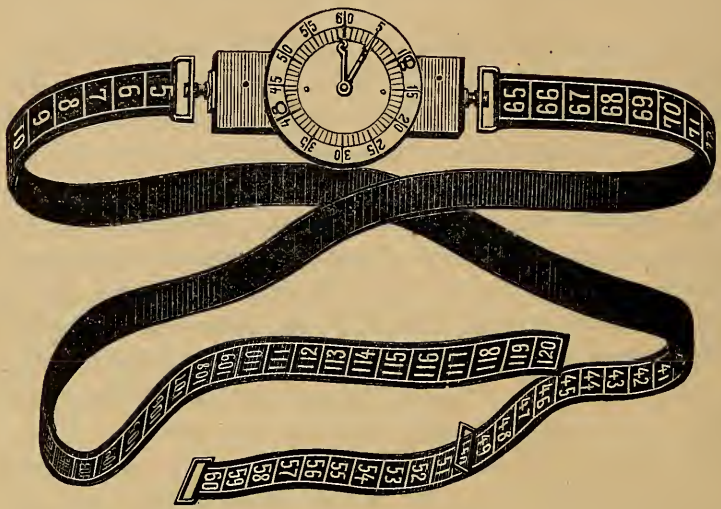
Das so modificirte Sibson'sche Instrument [2]) besteht aus einer gleich einer Uhr gestalteten Messingscheibe, deren Rand in 60 gleiche Theile — jeder einen Millimeter anzeigend — eingetheilt ist. Unter der Scheibe läuft eine Axe, die sich nach beiden Seiten ausziehen lässt, und die vermittelst einer Feder mit einem Zeiger in Verbindung steht. Dieser bewegt sich auf der Scheibe beim Ausziehen der Axe und zeigt an, um wie viel Centimeter oder Millimeter die Axe sich dabei verlängert hat. Der Zeiger läuft an seinem freien Ende in einen Haken aus, durch den er bei seiner Bewegung einen anderen mit einem Stift versehenen Zeiger vor sich her schiebt. Dieser letztere bleibt an der Stelle, wohin er geschoben ist, fest stehen, während der erste Zeiger, so-

1) Eine grössere Excursion anzubringen, stösst einerseits auf mancherlei Schwierigkeiten. Andererseits konnte ich mich auch mit 6 Ctm. begnügen, weil diese wohl für die meisten pathologischen Fälle ausreichen. Für Messungen an gesunden kräftigen Personen ist die Excursion freilich zu klein.

2) Von Windler in Berlin angefertigt.

bald die Axe nicht mehr angezogen wird, durch die Federkraft zu 0 zurückgeht. Der zurückgebliebene zweite Zeiger zeigt somit an, um wieviel die Axe ausgezogen wurde, d. h. eine wie grosse

Fig. 2.



Excursion stattgefunden hat. Dieser zweite Zeiger gewährt somit den Vortheil, dass man nicht nöthig hat, sofort beim Messen die Excursionsgrösse am Uhrwerk abzulesen, sondern dies nachträglich in Ruhe verrichten kann. An der Scheibe sind noch zwei kleine Schrauben angebracht, welche, wenn angezogen, die Axe festhalten und sie am Ausziehen hindern.

An beiden Enden der Axe ist ein nach Centimetern eingetheiltes Mass angebracht, welches auf der einen Seite von 1—60 Ctm., auf der anderen von 60—120 Ctm. reicht. (Die Breite der Scheibe nebst Axe, welche 8 Ctm. beträgt, muss natürlich mit eingerechnet werden, so dass das Mass auf der einen Seite mit 5, auf der anderen mit 65 Ctm. anfängt.) An dem Ende des ersten Masses, also bei 60 Ctm., befindet sich eine Oese, durch welche beim Messen das Mass der anderen Seite durchgesteckt werden kann. Eine Oese befindet sich gleichfalls bei 50 und bei 40 Ctm.

Will man nun messen, so legt man die Scheibe auf die Brust, je nach der Höhe, in der man untersuchen will, schlingt die Masse um die Brust und zieht das Ende der einen Seite durch

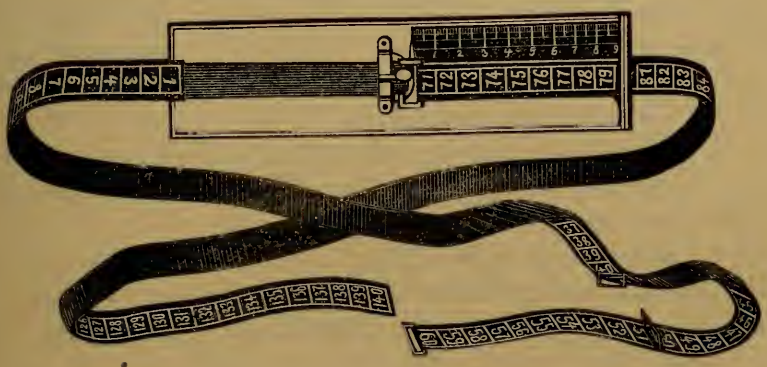
die Oese der anderen durch. Man zieht zuvor die Schrauben auf der Scheibe an, so dass die Axe nicht beweglich ist, lässt exspiriren, schlingt das Mass fest um und liest den Brustumfang an dem durchzogenen Mass ab. Da nämlich die Zahlenreihe an dem Anfang dieser letzteren dort beginnt, wo sie am Ende der anderen Schnur aufhört, nämlich bei 60 Ctm., so erspart man eine Addition und hat einfach nur abzulesen. Ist die Brust sehr schmal, so zieht man das Mass nicht durch die letzte Oese, sondern durch die Oese bei 50 oder 40 Ctm. durch und muss dann beim Ablesen selbstverständlich 10 resp. 20 Ctm. von der angegebenen Zahl abziehen.

Nachdem man auf diese Weise den Brustumfang gemessen, hält man das Mass mit der Hand in derselben Position fest, öffnet mit der anderen Hand die Schrauben auf der Scheibe und lässt nun tief inspiriren. Durch die nunmehr erfolgende Ausdehnung der Brust wird die Axe aus der Scheibe herausgezogen, und der Zeiger des Uhrwerks giebt an, wieviel Centimeter und Millimeter die Brusterweiterung betragen hat.

Wie genial auch dieses Instrument von Sibson erdacht und wie exact, leicht und angenehm auch seine Anwendung ist, so ist es doch fast zu kostbar für den Zweck, den es erfüllt, und für die Resultate, die mit der Thoracometrie überhaupt zu erreichen sind. Hier ist ein einfaches, wohlfeiles Instrument am Platz.

Ein solches stellte ich dadurch her, dass ich, nach dem Vorgange von Wintrich, statt der Metallfeder und des Uhrwerks die elastische Kraft eines Gummibandes benutzte.

Fig. 3.



Auf einem Lederstreifen von 20 Ctm. Länge, 5 Ctm. Breite befindet sich links von der Mitte bis zu dem einen Ende, an diesem letzteren festgenäht, in der Mitte frei, ein Gummiband, welches sowohl an seinem befestigten, wie an seinem freien Ende mit einem Schneidermass verbunden ist. Dieses hat an ersterem eine Eintheilung in Centimetern von 1 bis 50, an letzterem von 61 bis 140 Ctm.; die fehlenden 10 Centimeter (von der Zahl 50 bis zur Zahl 60) werden von dem Gummibande hergegeben. Das von 1 bis 50 Ctm. anzeigende (linksseitige) Mass besitzt an seinem Ende eine Oese, desgleichen eine bei 30 und bei 40 Ctm. Das andere, von der Mitte des Leders ausgehende rechtsseitige Mass ist an dem freien Ende des Gummibandes durch eine Oese befestigt, welche einen als Zeiger hervorspringenden Stift trägt und durch eine Schraube unbeweglich in der Mitte des Leders festgehalten werden kann. An diesem befindet sich von der Mitte aus nach rechts eine genaue Millimeter-Eintheilung bis zu 9 Ctm. Das Mass geht durch eine lederne Oese am Ende des Leders, vermittelst welcher es diesem anliegend erhalten wird.

Man misst nun den Brustumfang in ganz gleicher Weise, wie oben beim Sibson'schen Instrumente beschrieben. Die Zahl wird an dem rechtsseitigen Masse einfach abgelesen, sobald man dieses durch die letzte Oese des linken Masses angezogen hat. Benutzt man, wegen zu grosser Schmalheit des Thorax, die Oesen bei 40 oder 30 Ctm., so muss man 10 resp. 20 Ctm. abziehen. Bevor man den Brustumfang misst, muss erst die Schraube in der Mitte des Leders so herabgeschraubt sein, dass sie das Band daselbst festhält.

Will man nun die Brusterweiterung messen, so hält man das Mass in der Exspirationsstellung mit den Fingern fest, öffnet die Schraube und lässt tief inspiriren. Sofort dehnt sich das Gummiband, und an der Millimeter-Eintheilung des Leders liest man ab, um viel die Brust sich erweitert hat.

Das Instrument gestattet ein Messen der Brusterweiterung bis zu 9 Ctm., reicht also für alle Fälle, nicht nur die pathologischen, sondern auch die meisten physiologischen aus.

Ich kann dieses höchst einfache und wohlfeile Instrument zu allen Zwecken der Brustmessung empfehlen und möchte besonders auch die Aufmerksamkeit der Militärärzte, welche ja bei den

Rekruten-Aushebungen die Brustmessungen vorzunehmen genöthigt sind, auf dasselbe lenken.

Auf die complicirten Brustmessungs-Instrumente und auf die graphischen Methoden zur Aufzeichnung der Brustexcursionen verzichte ich näher einzugehen, da es mir durchaus fern liegt, das Thema der Brustmessung an dieser Stelle in extenso zu behandeln. Ich begnüge mich, vornehmlich auf das Werk von Riegel: „Die Athembewegungen. Eine physiologisch-pathologische Studie. Würzburg. Stuber's Buchhandlung 1873" und auf eine neuere sehr bemerkenswerthe Arbeit von Haenisch: Die Ausdehnung der Lungenspitzen bei Phthisis pulmonum im Deutschen Archiv für klin. Med. Bd. 19. 1877 zu verweisen.

IV. Die pneumatische Behandlung der Respirations- und Circulationskrankheiten.

Literatur.

Ignaz Hauke: Ein Apparat zur künstlichen Respiration und dessen Anwendung zu Heilzwecken. Mit 2 Holzschnitten. Wien 1870. Braumüller. 29 Seiten. — Nachtrag hierzu. 1872. — Der pneumatische Panzer. Wiener med. Presse 34. 36. 1874. — Ueber eine neue pneumatische Behandlungsmethode. ibidem 7. 12. 1876. — Demonstration eines pneumatischen Apparats. ibidem 15. 1876. Stricker's med. Jahrbücher 1876 u. 1877. — Neue pneumatische Apparate und ihre Anwendung in der Kinderpraxis. Wien 1876. Braumüller. — Ueber pneumatische Therapie im Kindesalter. Jahrb. für Kinderheilk. Neue Folge. Bd. XIII. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 25. 1879. — Berkart: The Lancet No. 25. 1871. — On asthma, its pathology and treatment. London 1878. — Dobell, On a Residual-air pump for Emphysema. Brit. med. Journal. 10. Febr. 1872. — Waldenburg: Die locale Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane. Lehrbuch der respiratorischen Therapie. Zweite neu bearbeitete und stark vermehrte Auflage. Berlin 1872. Verlag von Georg Reimer. (S. 751 — 782: Verdichtete und verdünnte Luft.) — Ein transportabler pneumatischer Apparat zur mechanischen Behandlung der Respirationskrankheiten. Berliner klin. Wochenschr. No. 39. 40. 1873. — Ueber die mechanische Wirkung des transportablen pneumatischen Apparats auf das Herz und die Blutcirculation. Berliner klin. Wochenschr. No. 46. 47. 1873. — Einige Bemerkungen zum transportablen pneumatischen Apparat. Berl. klin. Wochenschr. 4. 1874. — Erste Auflage des vorliegenden Werkes. Berlin 1875. — Die Pulsuhr, ein Instrument zum Messen der Spannung, Füllung und Grösse des menschlichen Pulses. Berl. klin. Wochenschr. 17. u. 18. 1877, S. besonders Anmerkung auf p. 251. — Die Messung des Pulses und des Blutdrucks am Menschen. Berlin 1880. Aug. Hirschwald. p. 141—147. — Discussion über Hauke's Respirationsapparat nebst Vortrag von Hauke. Sitzungsbericht des ärztlichen Vereins in Wien am 9. April 1873. Wiener med. Presse. 19. 1873. — Röhden: Lungenemphysem und der Hauke'sche Respirationsapparat. Wiener medic. Wochenschr. 17. 18. 1873. — v. Cube: Ein pneumatischer Doppel-Apparat

zur mechanischen Behandlung der Respirationskrankheiten. Berl. klin. Wochenschr. 4. 1874. — Verfahren bei der mechanischen Behandlung der Respirationsorgane. Wiener med. Wochenschr. 28. 29. 1874. — B. Fränkel: Demonstration eines pneumatischen Apparats. Sitzungsbericht der Berl. med. Gesellsch. vom 21. Jan. 1874. Berl. klin. Wochenschr. 14. 16. 1874. — Ein einfacher pneumatischer Apparat. Centralbl. für die med. Wissensch. 44. 74. — Ein billiger pneumatischer Apparat. Berl. klin. Wochenschr. 19. 1875. — Schnitzler: Ueber die therapeutische Anwendung verdichteter und verdünnter Luft. Wiener med. Presse 14ff. 1874. — Ein neuer, continuirlich wirkender Respirationsapparat. ibidem 8ff. 1876. — Die pneumatische Behandlung der Lungen- und Herzkrankheiten. Wiener Klinik. Heft 6. 1875. Zweite Auflage, Wien 1877. — Störk: Ein neuer Athmungsapparat. Wiener med. Wochenschr. 5. 20. 24. 39. 40. 1874. — Mittheilungen über Asthma bronchiale und die mechanische Lungenbehandlung. Nebst einem Anhang über den Hustenreiz. Stuttgart. Ferd. Enke. 1875. — Sitzungsbericht der Gesellsch. der Aerzte in Wien vom 22. Jan. 1875. Wien. med. Wochenschr. 6. 1875. — Högyes: Kurze Mittheilung über das Bunsen'sche Wassertrommelgebläse, als künstlicher Athmungsapparat zur Ausgleichung der Athmungsinsufficienzen. Centralbl. für die med. Wissensch. 11. 1874. — Sommerbrodt: Zur Behandlung des Bronchialkatarrhs mit comprimirter Luft. Berl. klin. Wochenschr. 1874. — Beiträge zur Würdigung des Waldenburg'schen pneumatischen Apparats. ibidem 31. 1874. — Ein neuer Sphygmograph und neue Beobachtungen an den Pulscurven der Radialarterien. Breslau 1876. — Die Einwirkung der Inspiration von verdichteter Luft auf Herz und Gefässe. Deutsches Arch. f. klin. Med. Bd. XVIII. 1876. — Experimentelle Untersuchungen über den Radialpuls. ibidem. Bd. 19. 1877. — Zur Deutung der während der Pilocarpin-Wirkung entstehenden Pulsbilder. Deutsche Zeitschr. für prakt. Med. 41. 1877. — Dührssen: Zur mechanischen Wirkung des transportablen pneumatischen Apparats. Deutsche Klinik 16. 1874. — Biedert: Ein billiger pneumatischer Apparat mit gleichmässiger Wirkung und unbegrenzter Wirkungsdauer. (Rotationsapparat.) Berl. klin. Wochenschr. 29. 1874. — Beiträge zur pneumatischen Methode. Deutsches Archiv f. klin. Med. Bd. 17. 1876. — Die pneumatische Methode und der transportable pneumatische Apparat. Volkmann's Sammlung klinischer Vorträge No. 104. 1876. — Ueber Ausathmung aus dem pneumatischen Kabinet. Wiener med. Presse. 53. 1876. — Labadie-Lagrave: Aérotherapie etc. Gaz. hebdomad. de Paris. 7. 8. 1874. — Treutler: Vereinfachter pneumatischer Apparat. Wiener med. Wochenschr. 33. 1874. — G. Lange: Das pneumatische Cabinet und der transportable pneumatische Apparat. Allgem. med. Centralzeitung. 28ff. 1874. — Der transportable pneumatische Apparat und das pneumatische Cabinet. Deutsche med. Wochenschr. 12. 13. 1876. — Die transportablen pneumatischen Apparate. ibidem. 24. 1876. — Mittheilungen über die Wirkung der transportablen pneumatischen Apparate. ibidem. 37. 1877. — Therapeutische Beobachtungen über die Wirkung der transportablen pneumatischen Apparate und der pneumatischen Cabinette. ibidem. 51. 52. 1877. — Haenisch: Zur Wirksamkeit der pneumatischen Behandlungsmethode. Deutsches Archiv für klin. Med. Bd. 14. S. 445. 1874. — Die Ausdehnung

der Lungenspitzen bei Phthisis pulmonum. ibidem. Bd. 19. 1877. — Sannes: Behandling van sommige Longaandveningen met gecomprimeerde of verdunde Lucht door middel van Waldenburg's pneumatisch Apparaat. Rotterdam 1874. — De pneumatsche Therapie. Nederl. Tydschr. voor Genesk. 1876. — Hertz: Lungenemphysem. Ziemssen's Handbuch der spec. Pathol. u. Therapie. Bd. V. 1874. — Dománski: Zur localen Therapie der Krankheiten der Athmungsorgane. Berl klin. Wochenschr. 1. 1875. — Drosdoff u. Botschetschkaroff: Die physiologische Wirkung der im Waldenburg'schen Apparate comprimirten Luft auf den arteriellen Blutdruck der Thiere. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 5. 1875. — Drosdoff: Ueber die Wirkung der Einathmung von verdichteter und verdünnter Luft. ibidem. 45. 1875. — Tobold: Zur Lungengymnastik. Deutsche Klinik. 11. 1875. — Weil: Ueber eine Modification des Waldenburg'schen transportablen pneumatischen Apparates. Allgem. med. Centralzeitung. 19. 75. — v. Liebig: Ueber die Heilwirkung des erhöhten Luftdrucks in pneumatischen Kammern. Verhandlungen der Berl. med. Gesellsch. 1874/75. Sitzung vom 28. April 1875. Berl. klin. Wochenschr. 29. 1875. — Ein Apparat zur Erklärung der Wirkung des Luftdrucks auf die Athmung. Münchener ärztl. Intelligenzbl. 19. 79. — Lépine: De la respiration d'air comprimé ou d'air raréfié dans certaines maladies du poumon et du coeur. Gaz. méd. de Paris. 40. 1875. — Josephsohn: Ueber Waldenburg's Vergleichung des pneumatischen Cabinets mit dem transportablen pneumatischen Apparat. Hamburg 1875. — Jourdanet: Influence de la pression de l'air sur la vie de l'homme. Paris. Masson. 2 Tomes. 1875. — A. Rose: Treatment of diseases of respiration and circulation by the pneumatic method. New-York med. Record. August 1875. — Knauthe: Berichte über pneumatische Therapie. Schmidt's Jahrbücher. 1875. — Handbuch der pneumatischen Therapie. Leipzig, Verlag von Otto Wigand. 1876. — Riegel und Frank: Ueber den Einfluss der verdichteten und verdünnten Luft auf den Puls. Deutsches Arch. f. klin. Med. Bd. 17. 1876. — Geigel und A. Mayr: Vorläufige Mittheilung über einen continuirlich wirkenden transportablen pneumatischen Apparat mit neuem mechanischen Princip. Deutsche med. Wochenschr. 22. 1876. — Der Schöpfradventilator. Ein continuirlich wirkender transportabler pneumatischer Apparat. Deutsches Archiv f. klin. Med. Bd. 18. 1876. — Das Schöpfradgebläse, angewendet auf Pneumatotherapie. Monographie. Leipzig, Verlag von Vogel. 1877. — Simonoff: Aërotherapie. Ueber die physiologischen Wirkungen und therapeutischen Anwendungen der verdichteten Luft, der verdünnten Luft, des Hauke-Waldenburg'schen Apparats, des Sauerstoffs und des Klimas. Giessen. Enke. 1876. — Blumberg: On the use of compressed and rarefied air. Philadelph. med. and surg. reporter. Sept. 76. — Clar: Mittheilungen über Gleichenberg. Graz 1876. — v. Basch: Die volumetrische Bestimmung des Blutdrucks am Menschen. Wien 1876. — Ueber den Einfluss der Athmung von comprimirter und verdünnter Luft auf den Blutdruck des Menschen. Wiener med. Jahrb. 1877. — Casorati: Sulla cura pneumatica nelle malattie pulmonari e cardiache. Lo Sperimentale. 6. 8. 1876. — Sieffermann: Aërothérapie et pneumatothérapie. Strassbourg, R. Schultz et Comp. 1876. — A. Küss: Étude sur la pneumatométrie et la pneumothérapie. Strassbourg, Typographie

Silbermann et Co. 1876. — Le traitement mécanique des affections de la poitrine et du coeur. Gaz. hebdomad. 48 ff. 1877. — Pircher: Die Ausathmung aus dem pneumatischen Cabinet in freie atmosphärische oder verdünnte Luft und die Behandlung des Lungenemphysems. Wiener med. Presse. 35. 36. 1876. — Langenhagen: Observation d'un cas de tuberculose enragée par la méthode et l'appareil aérothérapiques du Dr. Waldenburg. Revue d'hydrologie méd. 6. 1876. — Giuliani: Apparecchio respiratorio a semplice ed a doppio effetto ed a livello costante. Napoli 1876. — Rosenstein: Herzkrankheiten. Ziemssen's Handb. der spec. Pathol. u. Therapie. Bd. VI. Vogel, 1876. — Closset: Vortrag über pneumatische Therapie im Correspondenzblatt der ärztl. Vereine der Rheinlande, Westfalen und Lothringen. April 1876. No. 17. — Szohner: Ueber die Entstehung der Lungenschwindsucht und deren Behandlung mit der pneumatischen Methode. Pester med. chirurg. Presse. 3. 4. 1877. — Ueber die Wirksamkeit der pneumatischen Heilmethode. ibidem. 7. 1878. — Fontaine: Effets physiologiques et applications thérapeutiques de l'air comprimé. Paris 1877. — Lambert: Étude clinique et expérimentale sur l'action de l'air comprimé et raréfié dans les maladies des poumons et du coeur. Paris. Baillère. 1877. — Bernheim: Leçons de clinique médicale. Paris. Baillère. 1877. S. Beobachtung 10. — Thaon: Traitement pneumatique de la phthisie. Progrès méd. 35. 1877. — Massei: Caso di asma quanto col trattamento pneumatico. Napoli 1877. — Nozioni elementari di aëroterapia. Napoli 1878. — Davis: The respiration of compressed and rarefied air in pulmonary diseases. Chicago Med. Journal and Examiner. Oct. 1877. — Rosenfeld: Ueber Pneumatotherapie. Württemb. medic. Correspondenzbl. 33. 1877. — Brügelmann: Inhalationstherapie. 2. Aufl. 1877. — Coën: Respirations-Apparat bei Stotternden. Wien 1877. — Solomka: Die Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane mit comprimirter Luft. Petersburg. med. Wochenschr. 26. 77. — Lorenz: Zur Aërotherapie mittelst transportabler pneumat. Apparate. Münch. ärztl. Int.-Bl. 38. 1877. Allgem. med. Centralztg. 81. 1877. — Fenoglio: Intorno all' influenza dell' aria rarefatta o compressa ottenuta d'all' apparecchio di Waldenburg nelle malattie del cuore. Torino 1877. — Zur pneumat. Therapie der Herzkrankheiten. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 46. 1877. — Mosso: Sull' azione fisiologica dell' aria compressa. Torino 1877. — Archivio per le scienze mediche. Vol. II. 1877. — Die Diagnostik des Pulses in Bezug auf die localen Veränderungen desselben. Leipzig 1879. Veit. — Stembo: Beiträge zur physiologischen Wirkung der comprimirten Luft. Inaug.-Dissert. Berlin 1877. — Schyrmanski: Ueber den Einfluss der verdünnten Luft auf den menschlichen Organismus. Inaug.-Dissert. Berlin 1877. — Lazarus: Ueber die Wirkung des pneumatischen Cabinets in chronischen Respirationskrankheiten. Deutsche Zeitschr. f. prakt. Med. 40. 1878. — Knauer: Ueber den Einfluss des Aufenthalts in verdünnter Luft auf die Form der Pulscurve. Inaug.-Dissert. Berlin 1878. — Paul Bert: La pression barométrique. Recherches de physiologie expérimentale. Paris 1878. Masson. — Zuntz: Beiträge zur Kenntniss der Einwirkungen der Athmung auf den Kreislauf. Bonn 1878. Sep.-Abdr. aus Pflüger's Arch. — Schreiber: Ueber den Einfluss der Athmung auf den Blutdruck in physiologischer und pathologischer

Beziehung. Arch. f. experim. Pathologie. Bd. XI. 1878. — Neukomm: Das pneumatische Cabinet und der transportable pneumatische Apparat. Corresp.-Blatt für Schweizer Aerzte. 8ff. 1878. — Geipel: Anwendung des pneumatischen Apparats von Fränkel bei der Wiederbelebung eines durch Ertrinken scheintodt gewordenen Kindes. Berl. klin. Wochenschr. 6. 1878. — Polanski: Die luftkurörtliche Behandlung des Emphysems. Kursalon. 22. 23. 1878. — Forlanini: Les espirazioni nell' aria compressa cogli apparati pneumatici transportabili. Archivio per le scienze mediche. Vol. III. Torino 1879. — Mordhorst: Ueber den Blutdruck im Aortensystem und die Vertheilung des Blutes im Lungenkreislaufe während der In- und Exspiration. Arch. f. Anatomie u. Physiologie. 1879. — Löwitt: Ueber den Einfluss der Respiration auf den Puls des Menschen. Arch. f. experim. Pathol. Bd. X. 1879. — Kelemen: Beitrag zur Lehre der Pneumatotherapie. Ueber die diuretische Nebenwirkung der comprimirten Luft bei Behandlung des eitrigen pleuritischen Exsudats. Pester med. chir. Presse. 1879. — Cron: Beitrag zur pneumatischen Therapie. Berl. klin. Wochenschr. 39ff. 1879. — Raffaele Amati: L'Apparecchio del Waldenburg quale mezzo terapeutico. Bologna 1879.

Veränderungen des Luftdrucks sind bisher in zwiefacher Weise zu therapeutischen Zwecken verwerthet worden: einerseits durch Benutzung des Höhenklimas, andererseits durch die pneumatischen Cabinette. Bei ersterem werden die Kranken für längere Zeit in eine verdünntere Luft übergeführt, und wenn hierbei auch noch viele andere klimatische Factoren, wie die Luftfeuchtigkeit, die Temperaturverhältnisse, die Reinheit der Luft und andere zu dem schliesslichen Effecte mitwirken, so scheint es mir doch unzweifelhaft, dass von allen diesen verschiedenen Factoren die Luftverdünnung der wesentlichste ist. In den pneumatischen Cabinetten dagegen wurde bisher fast ausschliesslich comprimirte Luft angewendet, und es liess sich dadurch die Wirkung des erhöhten Luftdrucks auf den Organismus in genauer Weise studiren. Es ist aber auch bei den pneumatischen Cabinetten möglich, statt der Luftcompression sich der Luftverdünnung zu bedienen, und dadurch die Gelegenheit geboten, die reinen Wirkungen der verdünnten Luft unabhängig von anderweitigen klimatischen Einflüssen zu untersuchen. Leider sind die über diesen letzten Punkt bis jetzt vorliegenden Forschungen noch ausserordentlich dürftig, und es wäre eine lohnende Aufgabe, dieselben zu vervollständigen.

Es liegt nicht in meinem Plane, die Wirkungen der pneumatischen Cabinette so wie des Höhenklimas an dieser Stelle ausführlich darzulegen, da ich bereits in einem meiner früheren Werke

(Lehrbuch der respiratorischen Therapie 1872), auf das ich verweisen muss, diesen Gegenstand mit Berücksichtigung aller vorliegenden Resultate eingehend abgehandelt habe, und seitdem nur wenige neue besonders wichtige Untersuchungen hinzugetreten sind. Nur auf die Vergleichung der Wirkung dieser Heilagentien mit derjenigen des transportablen pneumatischen Apparats hoffe ich am Schlusse dieser Abhandlung zurückzukommen.

Sowohl das Höhenklima als die pneumatischen Cabinette wirken dadurch, dass sich die betreffende Person mit ihrem ganzen Körper in verdünnter oder verdichteter Luft — sei es andauernd auf Wochen, Monate und länger, sei es stundenweise — aufhält. Die Modification des Luftdrucks betrifft demnach sowohl die äussere Körperoberfläche, als auch die innere Oberfläche derjenigen Organe, welche mit der äusseren Luft communiciren, vornehmlich also der Lungen und des gesammten Respirationstractus. Es wird demnach ein Gleichgewicht zwischen dem äusseren und dem inneren auf die Lungen wirkenden Druck in ganz analoger Weise hergestellt, wie beim Aufenthalt in der gewöhnlichen Atmosphäre; eine Druckdifferenz kommt nicht zur Wirkung. Ferner befindet sich selbstverständlich bei den pneumatischen Cabinetten und beim Höhenklima die In- und Exspiration unter gleichen Druckbedingungen; eine Einwirkung auf die einzelnen Phasen der Respiration kann also nicht geltend gemacht werden.

Nun hatten mich meine pneumatometrischen Untersuchungen seit Jahren darauf hingewiesen, von wie unberechenbarer Wichtigkeit es sein müsste, wenn es gelänge, auf die Inspiration und die Exspiration gesondert durch unsere Behandlung einzuwirken und so die einzelnen Phasen der Respiration je nach dem vorhandenen Krankheitszustand einer mechanischen Therapie zu unterwerfen. Es liess sich von einer vollkommenen Ausführung dieses Plans erwarten, dass sich für die rationelle, individualisirende Behandlung sehr wesentliche Vorzüge vor den pneumatischen Cabinetten herausstellen würden — ganz abgesehen von dem anderen unschätzbaren Vortheil, dass durch Herstellung eines relativ wohlfeilen transportablen Apparats die mechanische Behandlungsmethode, anstatt wie bisher auf wenige Orte, an welchen pneumatische Glocken mit grossen Kosten errichtet sind, beschränkt zu sein, allen Aerzten und Kranken leicht zugänglich gemacht werden könnte.

Der erste, welcher einen diesem Zwecke dienenden Respirations-Apparat hergestellt hat, ist Hauke in Wien; wir können seine Verdienste um diese Erfindung nicht hoch genug veranschlagen [1]).

Hauke's Respirations-Apparat.

Der Hauke'sche Apparat — in seiner späteren, verbesserten Gestalt — besteht im wesentlichen aus einem cylindrischen Gefäss von 26 Ctm. Höhe und 29 Ctm. im Durchmesser, welches durch eine nicht ganz bis zum Boden reichende Scheidewand in zwei gleiche Hälften abgetheilt ist. Die eine Hälfte ist oben offen, die andere besitzt noch eine 12 Ctm. hohe Verlängerung nach oben und ist bis auf zwei Oeffnungen in ihrem oberen Deckel verschlossen; unterhalb der Scheidewand dagegen communicirt sie frei mit der zweiten offenen Hälfte. Der oben geschlossene Raum communicirt durch die erste Oeffnung mit einem auf seinem Deckel befindlichen Blasebalg mittelst eines Doppelventils, welches derart eingerichtet ist, dass man, je nachdem man den es enthaltenden Zapfen in verschiedener Richtung einsetzt, durch das Spiel des Blasebalgs Luft aus der Atmosphäre in den Behälter einpumpen oder umgekehrt herauspumpen, also die Luft in demselben comprimiren oder verdünnen kann. Von der zweiten Oeffnung des geschlossenen Behälters geht ein Gummischlauch zu einer Gesichtsmaske, welche aus Metallblech gearbeitet und mit Gummi ringsum belegt ist. Die Maske hat eine freie Oeffnung nach aussen und eine durch ein Ventil verschlossene nach dem Schlauche zu. Das letztere ist derart eingerichtet, dass, wenn man mittelst des Daumens die nach der freien Atmosphäre führende Oeffnung verschliesst, man zugleich eine das Ventil schliessende Feder zurückdrückt, so dass dann die Communication der Maske mit dem Luftbehälter vollzogen wird.

Will man den Apparat benutzen, so füllt man ihn bei offenem Ventil bis zu seiner Hälfte mit Wasser, das dann in beiden Theilen

1) Wie v. Cube nachträglich mittheilte, soll Lewess in St. Petersburg schon vor Hauke's Publication ein ähnliches Princip in Anwendung gebracht haben. Es ist aber nichts darüber veröffentlicht und deshalb eine Priorität für ihn nicht in Anspruch zu nehmen.

des Behälters gleich hoch steht, stellt dann das Ventil, je nachdem man es wünscht, zur Luftcompression oder Luftverdünnung ein und pumpt. Wird eine Luftverdichtung beabsichtigt, so wird mit jedem Pumpenstoss Luft in den geschlossenen Behälter eingepresst, das Wasser sinkt in demselben herab und steigt um eben so viel in der offenen Hälfte des Behälters. Wird dagegen das Ventil in umgekehrter Richtung eingefügt, so wird mit jedem Pumpenstoss Luft aus dem Behälter herausgesogen, das Wasser steigt in demselben nach oben und sinkt dem entsprechend in der offenen Cylinderhälfte. In dieser kann an markirenden Strichen abgelesen werden, um wie viel das Wasser gesunken oder gestiegen ist, resp. wie viel die Differenz der Wasserhöhe in der offenen Cylinderhälfte gegen die abgeschlossene beträgt, d. h. um welche Wasserdruckhöhe die Luft im Behälter verdichtet oder verdünnt ist.

Will nun der Patient comprimirte Luft inspiriren: so nimmt er, nachdem die Luft im Behälter verdichtet ist, die Maske vor's Gesicht, hält deren äussere Oeffnung mit dem Finger zu, drückt hiermit zugleich die Feder, welche das Ventil verschliesst, zurück und athmet die ihm entgegenströmende Luft ein. Umgekehrt, will der Patient in verdünnte Luft ausathmen, so verschliesst er die Oeffnung und öffnet das Ventil für die Exspiration. Mit jedem neuen Athemzuge muss von neuem gepumpt werden.

Hauke hatte von vorn herein nur zwei Krankheiten in's Auge gefasst, für die er sich einen bedeutenden Nutzen von seinem Apparat versprach, und zwar das Emphysem und den Croup. Bei der ersteren Erkrankung sollte die Exspiration durch die Ausathmung in verdünnte Luft unterstützt, bei letzterer durch Einathmung comprimirter Luft die herabgesetzte Luftzufuhr gesteigert werden. Von der Behandlung des Croup[1]) kam Hauke in der

1) Da der Croup grösstentheils das Kindesalter betrifft, und Kinder nicht vermögen, die Benutzung des Apparats nach ihrer Ein- und Ausathmung zu reguliren, so ersann Hauke eine Vorrichtung zur Selbstregulirung des Apparats. Er benutzte nämlich einen Elektromagneten, welcher das Oeffnen und Schliessen des Ventils an der Maske besorgte, und zwar derart, dass vermittelst einer um den Leib des Kranken angelegten Binde durch die bei der Inspiration und Exspiration statthabende Erweiterung und Einziehung die elektrische Kette unterbrochen oder geschlossen wurde. Wie ingeniös dieser Apparat auch erdacht ist, so erscheint er doch zu complicirt und zu leicht Störungen unterworfen, als dass er sich in der Praxis bewähren konnte. Deshalb stand auch Hauke selbst von weiteren Versuchen damit ab.

Praxis wieder zurück; dagegen bewährte sich das Verfahren, wie sich erwarten liess, beim Emphysem. Später dehnte Hauke die Anwendung der comprimirten Luft noch weiter aus und zwar hauptsächlich auf die Lungenschwindsucht. Er empfahl die Einathmung comprimirter Luft ganz besonders als Prophylactium gegen Phthisis und im ersten Stadium der bereits ausgebrochenen Erkrankung; auch theilte er einen darauf bezüglichen Fall mit, in welchem ein Kranker im Anfangsstadium der Phthisis durch dreimonatliche Behandlung so weit genas, dass alle Krankheitserscheinungen, bis auf eine zurückbleibende Dämpfung und verlängertes Exspirationsgeräusch, vollkommen schwanden.

Ausser diesem Falle wurden nur noch sehr spärliche therapeutische Resultate veröffentlicht. In Hauke's Schrift sind 7 Fälle von Emphysem mitgetheilt, welche Mader im Krankenhause mit Erfolg behandelt hat.

„Die Patienten waren sämmtlich Männer, im Alter von 29, 36, 42, 45, 49, 50 und 63 Jahren. Die Krankheitsfälle waren grösstentheils sehr hochgradige, seit Jahren bestehende, von starken Bronchialkatarrhen begleitet, nur einer war von stärkerer Bronchialsecretion immer frei geblieben. Bei der Mehrzahl der Kranken (4) wurde sogleich der Apparat von Dr. Hauke in Anwendung gebracht, bei dreien waren mehrere Wochen und Monate vorher andere medicamentöse Versuche und Dampfinhalationen gemacht worden. Meist wurde neben der Anwendung des Hauke'schen Apparates noch von Dampf- und Terpenthininhalationen Gebrauch gemacht. Die Anwendung des Apparates fand nur im Anfange der Sitzungen bei unverständigen Kranken Schwierigkeiten; später arbeiteten die Kranken sehr gut damit allein, sich nur im Luftauspumpen unterstützend.

Nach einer gewissen Zahl von Sitzungen — meist täglich zweimal in der Dauer von 10—15 Minuten — hatten alle Kranken eine beträchtliche subjective Erleichterung ihrer Beschwerden, nur ein noch in Behandlung befindlicher Fall will im ganzen nur wenig erleichtert sein. Auch der Auswurf, zuweilen anfangs etwas zunehmend, wurde spärlicher.

Besonders eclatante Erfolge sahen wir z. B. bei einem 45jährigen Schuhmacher, der seit circa 13 Jahren an continuirlichen Lungenkatarrhen, seit 2 Jahren an heftigen Emphysembeschwerden und seit einem halben Jahre an den heftigsten, eine Viertelstunde dauernden Asthma-Anfällen litt. Es wurde anfangs durch Ipecacuanha- und Terpenthininhalationen wohl eine Erleichterung derselben erzielt, nach der Anwendung des Hauke'schen Apparates hörten sie aber allmälig ganz auf, und der früher elende Kranke konnte ganz leidlich entlassen werden. Nach einer frischen Erkältung, der er sich ausgesetzt, kehrten die Dyspnoë-Anfälle allerdings wieder zurück, und Patient ist derzeit wieder in Behandlung. — Bei einem anderen Kranken, einem 36 Jahre alten Finanzaufseher, der durch lange Zeit in der gewöhnlichen

Behandlung gestanden, waren allabendliche Morphiuminjectionen nöthig geworden. Nach wenigen Sitzungen mit dem Hauke'schen Apparate konnte er sie schon entbehren, und er erholte sich überhaupt allgemein. Noch ein dritter und vierter Fall zeigten eine äusserst auffällig rasche Besserung ihres ganzen Befindens.

Grosses Gewicht muss selbstverständlich auf Aenderungen des physicalischen Befundes gelegt werden. Mit Zuhülfenahme der Lapiszeichnung, welche eine spätere Controle lange Zeit noch erlaubte, konnten wir mit Sicherheit ganz deutlich nachweisbare Verkleinerung des Lungenvolums resp Höherrücken der Leberdämpfungsgrenze und zwar der Linie des leeren Percussionsschalles constatiren.

Wir notirten bei dem erwähnten Finanzaufseher nach einigen 40 Sitzungen ein Emporrücken der Leber um 2 Querfinger und Nachweisbarkeit der früher geschwundenen Herzdämpfung.

Eine eben so grosse Verschiebung der Dämpfungslinie bei einem 50jährigen Tagelöhner während des Gebrauchs von 63 Sitzungen.

Bei dem erwähnten 45jährigen Schuhmacher rückte sie im Verlaufe von 72 Sitzungen 3 Querfinger höher, und wurden die Herztöne links deutlicher. Diese Fälle waren sehr hochgradige, alte.

Bei einem 42jährigen Tagelöhner, der seit 1 Jahre an Emphysembeschwerden, aber mit vorwiegendem starken allgemeinen Bronchialkatarrh litt, bei dem der Leberschall an der 7. Rippe begann und 2 Querfinger vorragt — als mässiges Emphysem —, rückte die Leberdämpfung nach nur 14tägiger Anwendung des Apparates 1 Querfinger empor.

Bei einem 29jährigen Hausknecht, der seit 2 Jahren an Husten und weiterhin, anfangs nur im Winter, jetzt auch im Sommer an Dyspnoë litt (es war der Husten auch bei früherer Behandlung in der Anstalt nur ein trockener geblieben), rückte die Lebergrenze nach circa 20 Sitzungen 1 Querfinger höher.

Bei einem 65jährigen und einem noch in Behandlung befindlichen 49jährigen Manne, beides sehr hochgradige, alte Emphyseme, wurde endlich keine Veränderung der Lungenausdehnung erzielt, obwohl namentlich bei dem ersten subjective Erleichterung und Abnahme des Auswurfs eintrat, während bei dem zweiten auch die subjective Erleichterung bisher eine mässige war."

In der Art des Athmungsgeräusches in den hinteren unteren Lungenpartien — mattes, fast unhörbares oder von Schnurren etc. überdecktes Athmen — konnte Mader „kaum eine anhaltende Aenderung, abgesehen von der Minderung der katarrhalischen Symptome, constatiren. Dann und wann wurde allerdings das vesiculäre Einathmen deutlicher."

Zu erwähnen ist noch, „dass bei den allerdings nur bei drei Kranken vorgenommenen Versuchen mit dem Hutchinson'schen Spirometer keine gleichmässige Zunahme der Exspirationsluft zu constatiren war, obwohl die physicalische Untersuchung ein Höherrücken der Lungengrenzen nachwies."

Ferner sprachen sich in einer Sitzung des ärztlichen Vereins in Wien (9. April 1873) Schnitzler, Bettelheim, Winternitz und Kohn günstig über die Methode aus und machten von einigen

erfolgreich behandelten Fällen, grösstentheils Emphysem betreffend, Mittheilung.

Günstige Erfolge mit dem Hauke'schen Apparat beim Emphysem erzielte sodann noch Rohden (in Lippspringe), welcher einige Fälle aus seiner Praxis mittheilte.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass Berkart in London gleichfalls das Emphysem durch Beförderung der Exspiration behandelte und dazu einen eigenen Apparat nach dem Principe einer Saugpumpe benutzte; worauf Dobell, angeblich um dem gleichen therapeutischen Zwecke beim Emphysem zu dienen, ein einfaches kleines Instrument construirte, dem er den Namen „Residual-air-pump" (Residualluftpumpe) gab. Das Dobell'sche Instrument besteht aus einer mit einer Klappe[1]) versehenen Pfeife, die in den Mund genommen wird; sie steckt in einer den gewöhnlichen Respiratoren ähnlichen Mundkappe, die vorgebunden wird; durch eine Klemme wird ausserdem die Nase verschlossen. Beim Gebrauch des Instruments handelt es sich in Wirklichkeit um nichts anderes als um eine Behinderung der Inspiration, ähnlich der Inspiration verdünnter Luft; von einer Ausathmung in verdünnte Luft ist gar nicht die Rede. Meines Erachtens nach kann das Instrument nur in solchen Fällen Dienste leisten, wo Inspirationen verdünnter Luft indicirt sind.

Auf diese wenigen Berichte beschränkt sich alles, was bis zur Publication meiner ersten Arbeit über diesen Gegenstand erschienen war — Beweis genug dafür, dass die neue Methode, wie rationell sie auch erscheinen musste, die ihr gebührende Beachtung und Verbreitung nicht gefunden hatte.

Unterdess hatte mich der Gegenstand bereits eingehend beschäftigt, und ich hatte Versuche an Gesunden und Kranken mit dem Hauke'schen Apparat angestellt. Es galt zunächst zu erforschen, ob das Princip, auf welchem die neue Behandlungsmethode sich aufbaute, in praxi sich eben so sicher bewähren würde, wie es der Theorie nach verlockend erschien. Meine Untersuchungen führten mich zu dem Ergebniss, dass in der That Praxis und Theorie mit einander übereinstimmten, und befestigten

1) Die Beschreibung des Instruments ist eine sehr dürftige; die Klappe, auf die es besonders ankommt, beschreibt er gar nicht, sondern begnügt sich mit folgender Redewendung: „The instrument has but one valve, which is so constructed as to answer all proposes." Dies ist alles.

in mir die Ueberzeugung, dass durch Weiterarbeiten auf dem neu gewonnenen Boden bedeutsame Resultate erreicht werden müssten.

Bei aller Hochachtung für Hauke's Erfindung wurde es mir jedoch bald klar, dass seinem Apparate Mängel anhaften, die einer freien ungetrübten Entfaltung des ihm zu Grunde liegenden Princips hindernd im Wege stehen, und die namentlich genaue wissenschaftliche Untersuchungen fast vollkommen unmöglich machen.

Hauke benutzt eine Luftcompression und Luftverdünnung von $^1/_{96} - ^1/_{48}$ Atmosphärendruck. Schon früher[1]) hatte ich meine Zweifel an der Zulässigkeit dieser Beschränkung ausgesprochen. Die von Hauke angezogenen physiologischen Raisonnements schienen mir dieselbe nicht genügend zu motiviren, und die von mir gefundenen pneumatometrischen Masse an Gesunden und Kranken sprachen im Gegentheil für die Zulässigkeit stärkerer Compression resp. Verdünnung der Luft. In der That belehrten mich auch meine späteren Versuche mit meinem transportablen pneumatischen Apparate, dass ich in dieser Beziehung Recht gehabt hatte, und dass eine stärkere Luftcompression resp. Luftverdünnung für viele Fälle nicht nur zulässig, sondern durchaus nützlich und selbst nothwendig wurde.

Ein zweiter, noch viel gewichtigerer Mangel im Hauke'schen Apparat liegt in der Inconstanz seiner Wirkung.

Comprimirt resp. verdünnt man die Luft des Apparats durch Pumpen bis zu einem gewissen Grade und lässt dann inspiriren resp. exspiriren, so vermindert sich während dieses Athemzuges der Druck resp. Zug von seinem Maximum bis auf ein Minimum und selbst auf Null. Will man dieser Abnahme vorbeugen, so muss ein Gehülfe, während der Kranke aus dem Apparat inspirirt oder in denselben hinein exspirirt, dauernd mit dem Pumpen fortfahren. Hierdurch aber kann einerseits bei einigermassen kräftiger Respiration des Kranken doch selten das Maximum der Luftverdünnung resp. Verdichtung beibehalten werden, sondern dieselbe sinkt meistens noch um ein beträchtliches. Andererseits, da das Pumpen stossweise erfolgt, ändert sich auch — nota bene während eines einzigen Athemzuges! — dauernd der Grad der Verdichtung oder Verdünnung, und zwar nicht allmälig, wie es ohne

1) Waldenburg: Die locale Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane. Lehrbuch der respiratorischen Therapie. Zweite Auflage. Berlin 1872. Georg Reimer. S. 782.

Pumpen geschieht, sondern stossweise absinkend und anwachsend. Dieses stossweise Einwirken auf die Lungenluft macht den meisten Kranken unangenehme Sensationen, und bei einigen waren dieselben derart, dass ich lieber auf das Pumpen während der Respiration verzichtete und mit dem stetig bis auf Null abnehmenden Druck resp. Zug zu operiren vorzog.

Der Hauke'sche Apparat hat demnach zwei principielle Mängel: erstens lässt er überhaupt eine viel zu geringe Kraftentwickelung zu, macht also eine Steigerung der Heilwirkung unmöglich; zweitens arbeitet er nicht mit einem constanten Factor, sondern entweder mit einem sich allmälig bis zu einem Minimum verringernden oder einem dauernden Schwankungen unterworfenen. Bei einem physicalischen Heilmittel, wie dem vorliegenden, ist man aber mehr, als bei irgend einem anderen berechtigt, eine constante Kraft zu beanspruchen, mit der man operirt. Die Kraftentfaltung, zu der es der Hauke'sche Apparat im Maximum bringt, ist kaum $^1/_{40}$ Atmosphärendruck; dieses Maximum kann aber nur wenige Momente festgehalten werden, und nimmt man zum Pumpen seine Zuflucht, so kann man doch kaum während eines Athemzuges — oder der betreffende Kranke müsste ausserordentlich schwächlich sein — über $^1/_{60}$ Atmosphärendruck im Mittel erzielen und dabei noch die stossweisen Schwankungen des Luftdruckes in den Kauf nehmen.

Diesen beiden das Princip berührenden Uebelständen gegenüber sind andere etwa noch zu erwähnende Mängel ganz unerheblicher Art, indem ihnen auf leichte Weise abgeholfen werden kann, so der Umstand, dass die Maske nicht fest genug am Gesicht schliesst, ferner die Art der Communication der Maske mit dem Apparat. Wie sinnreich auch das Ventil an der Maske erdacht ist, so ist es doch beim Gebrauch unbequem: nicht alle Patienten sind geschickt genug, mit ihren Fingern die Maskenöffnung fest zu verschliessen; Kranken mit schmalen Fingern gelingt dies überhaupt nicht, und dann muss ein Gehülfe dies Geschäft übernehmen[1]). Die Nothwendigkeit eines Gehülfen bei der Benutzung des

1) Hauke erwähnt in seiner Brochüre, dass er noch eine andere Maskenvorrichtung erdacht habe, bei welcher statt eines Ventils ein knieförmig durchbohrter Hahn angebracht sei. Diese Vorrichtung scheint mir zweckmässiger, als die in den käuflichen Apparaten angebrachte, oben beschriebene.

Hauke'schen Apparates, um das Pumpen zu besorgen, gehört überhaupt mit zu den kleineren Uebelständen desselben.

Die oben erwähnten principiellen Mängel des Hauke'schen Apparates liessen es mir nothwendig erscheinen, eine andere Vorrichtung zu ersinnen, bei der es möglich ist, einerseits die Compression und Verdünnung der Luft bis zu einem viel höheren Grade zu steigern, andererseits eine constant wirkende Kraft zu erzielen. Der erste Zweck hätte sich einfach durch eine Vergrösserung der Dimensionen des Hauke'schen Apparates erreichen lassen, aber dann blieb noch der zweite grosse Uebelstand, die Inconstanz der Wirkung.

Ich ging deshalb daran, einen von Grund aus neuen Apparat zu construiren, der alle oben beschriebenen Mängel gleichzeitig auf's vollständigste beseitigte.

Mein transportabler pneumatischer Apparat.

Mein transportabler pneumatischer Apparat — diesen Namen hielt ich im Anschluss an die pneumatischen Cabinette oder Glocken für den zweckmässigsten — ist folgendermassen zusammengesetzt[1]):

In einem oben offenen, cylinderförmigen Gefässe von 1 Meter Höhe und 30 Ctm. Durchmesser bewegt sich ein zweiter, nach unten offener, oben geschlossener Cylinder von gleicher Höhe und 27 Ctm. Durchmesser. Beide Gefässe sind aus Zinkblech gearbeitet. Von dem ersten Cylinder gehen 3 Eisenstäbe von etwas mehr als 1 Meter Länge in die Höhe, die oben durch einen abnehmbaren Reifen unter einander verbunden sind, und die an ihrer Spitze je eine hölzerne Rolle tragen. Ueber diese Rollen laufen Schnüre, welche nach innen an dem Deckel des zweiten Cylinders befestigt sind, nach aussen an ihrem freien Ende Haken zum Anhängen von Gewichten tragen.

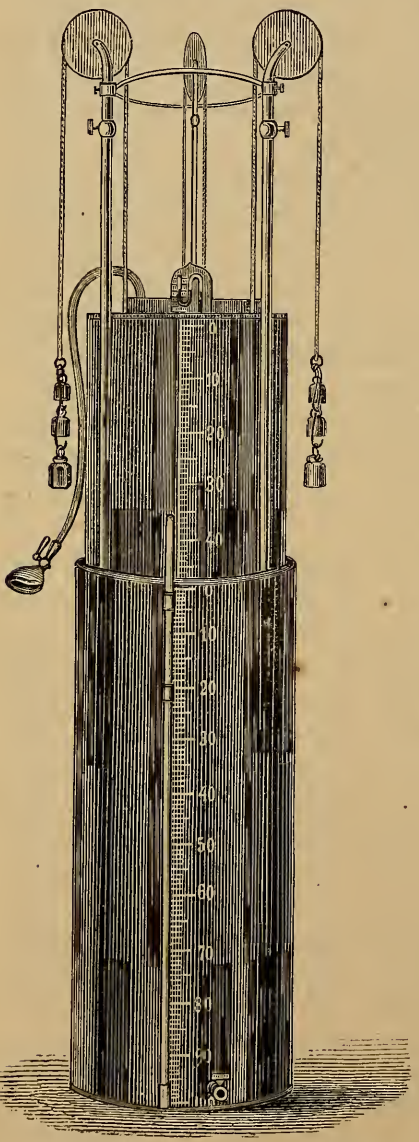
An jeder der drei Eisenstangen befindet sich je eine abnehmbare Klammer, die am besten in einer Höhe von 66 Ctm. — durch eine Vertiefung markirt — zu befestigen ist.

---

1) Derselbe wird genau nach meiner Vorschrift vom Instrumentenmacher Windler, Dorotheenstrasse 3 hierselbst, angefertigt.

Der innere Cylinder besitzt an zwei einander diametral gegenüberstehenden Stellen seiner Oberfläche prismatisch vorspringende Leisten, welche in entsprechend aus zwei hervortretenden Kanten gebildete, winkelförmige Vertiefungen an der inneren Peripherie des äusseren Cylinders bequem hinein passen. Diese Vorrichtung dient dazu, um den inneren Cylinder — ohne Reibung — in einer bestimmten Richtung zu fixiren.

Fig. 4.



An dem Deckel des inneren Cylinders befinden sich zwei Oeffnungen, die eine communicirt durch einen Schlauch mit der Maske, in die andere ist ein Quecksilber-Manometer mit Eintheilung in Millimeter — bis zu je 40 Mm. nach oben und unten — luftdicht eingefügt.

Der äussere Cylinder besitzt nahe seinem Boden einen Hahn zum Ablassen des Wassers, und ausserdem läuft an ihm von oben herab bis nahe an seinen Boden eine mit ihm unten communicirende Glasröhre — mit correspondirender Centimeter-Eintheilung am Cylinder —, an welcher der Wasserstand im äusseren Cylinder abzulesen ist.

Auch der innere Cylinder besitzt eine Centimeter-Eintheilung, am oberen Rande mit Null beginnend, am unteren mit 100 endigend. — Ausserdem habe ich später am oberen Theile desselben nach dem Rauminhalt eine

Scala in Cubikcentimetern von 100 zu 100 bis zu 10000 Ccm. anbringen lassen, welche zur Benutzung des Apparats als Spirometer dient (vergl. später).

Eine fest anschliessende blecherne, an den Rändern mit Gummi belegte Gesichtsmaske lässt sich auf einen messingenen (oder auch aus Hartgummi gearbeiteten) Zapfen aufsetzen, welcher mit dem zum Apparat führenden Schlauch in Verbindung steht. In dem Zapfen befindet sich ein |—förmig durchbohrter Hahn mit weitem Lumen, durch dessen Drehung die Maske entweder allein mit der Luft des inneren Blechcylinders bei Abschluss der äusseren Atmosphäre, oder umgekehrt mit der freien Atmosphäre bei völligem Verschluss des Apparats communicirt.

Die Wirkung dieses Apparats ist folgende: Füllt man das äussere Gefäss bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser und lässt das innere Gefäss bei frei nach aussen durch die Maske entweichender Luft bis auf den Boden hinein, verschliesst dann den Hahn an der Maske und hängt an die Haken Gewichte, so werden diese letzteren — vorausgesetzt, dass sie schwerer sind, als der innere Cylinder — diesen letzteren bis zu einem gewissen, genau zu berechnenden Punkte in die Höhe ziehen und die Luft in demselben in genau zu berechnender Weise verdünnen. Je grösser das angehängte Gewicht, um so stärker ist die Luftverdünnung. Den Grad der Verdünnung kann man am Quecksilber-Manometer bequem ablesen; derselbe entspricht fast vollkommen dem durch die Berechnung aus den angehängten Gewichten ermittelten Werth. Zugleich sinkt das Wasser im äusseren Gefässe, was an der Glasröhre abzulesen ist, und steigt dafür im Verhältniss im inneren Gefäss in die Höhe.

Der Raum des äusseren Gefässes verhält sich zu dem des inneren wie die Quadrate der Durchmesser, also wie $30^2 : 27^2 = 100 : 81$, also ungefähr wie 5 : 4. Der Zwischenraum zwischen dem äusseren und inneren Cylinder verhält sich demnach zu dem des inneren ungefähr wie 1 : 4. Das Wasser wird demnach, wenn es im inneren Cylinder steigt, etwa 4 mal so viel im Zwischenraum an Höhe sinken müssen; den Stand des Wassers in letzterem zeigt die grosse Glasröhre an. Steigt z. B. das Wasser bei Luftverdünnung im inneren Gefässe um 5 Ctm., so sinkt es im Zwischenraum, also in der Glasröhre, um ca. 20 Ctm. Will man die Glasröhre als Wasser-Manometer benutzen, so muss man deshalb zu den 20 Ctm., welche dasselbe anzeigt, noch $^1/_4$, also 5 Ctm., hinzufügen, um welche dafür das Wasser im inneren Gefässe gestiegen ist. Der Wasserdruck würde also in diesem Beispiel 25 Ctm. betragen. In ganz

gleicher Weise verhält es sich bei der Compression, bei welcher das Wasser im inneren Gefässe ungefähr um den vierten Theil dessen sinkt, wie es in der Glasröhre steigt.

Oeffnet man nun den Hahn der Maske, so dass die Luft des Cylinders mit der äusseren Atmosphäre communicirt, so saugt der innere Cylinder aus der Atmosphäre Luft an, der Cylinder steigt in die Höhe, aber die Luft in ihm bleibt constant in demselben Grade der Verdünnung — was theoretisch nach physicalischen Gesetzen nothwendig, indem ja permanent der unveränderte Zug derselben Gewichte wirkt, und was für's Auge am gleichbleibenden Stande des Manometers ersichtlich ist. Wird nun der innere Cylinder, anstatt in Communication mit der äusseren Atmosphäre, durch die Maske in Verbindung mit den Lungen beim Exspiriren gebracht, so erfolgt in gleicher Weise mit constanter Kraft eine Ansaugung der Lungenluft in den Apparat.

Das Aufsteigen erfolgt so lange, bis der Cylinder aus dem Wasser gehoben ist. Damit dieses Herausheben aus dem Wasser nicht gewaltsam geschehe, wobei der Apparat beschädigt werden könnte, dazu sind die oben beschriebenen Klammern an den Eisenstäben angebracht, welche den Cylinder am weiteren Aufsteigen hindern. — Ist der Apparat bis zur Höhe von 20 Ctm. mit Wasser gefüllt — am äusseren Cylinder als „Wasserhöhe“ markirt —, so kann der innere Cylinder bei einer Luftverdünnung von $^1/_{60}$ Atmosphärendruck bis zu einer Höhe von ca. 66 Ctm. aufsteigen, ehe er aus dem Wasser gehoben wird. Da die Benutzung von $^1/_{60}$ Atmosphärendruck die häufigste ist, so thut man deshalb gut, die Klammer in dieser Höhe, wo sich auch für sie eine Vertiefung in den Eisenstäben befindet, anzuschrauben. Bei geringerer Luftverdünnung könnten die Klammern höher, bei stärkerer niedriger angeschraubt werden, oder, was bequemer, man muss sich im letzteren Falle merken, dass man den Cylinder nicht ganz hinauf bis zu den Klammern aufsteigen lassen darf. — Aendert man die Höhe des Wasserstandes im Apparat, so ändern sich dem entsprechend auch diese Verhältnisse.

Will man dagegen die comprimirte Luft benutzen, so lässt man den inneren Cylinder bei offenem Hahn zuerst durch angehängte Gewichte in die Höhe gehen, schliesst dann den Hahn, entfernt die Gewichte und legt dafür Gewichte auf den Deckel des

inneren Cylinders. Diese zusammen mit dem Gewichte des Cylinders selbst comprimiren die Luft in demselben, was das Manometer anzeigt, und zugleich sinkt das Wasser im inneren, steigt im äusseren Gefäss. Oeffnet man den Hahn nach aussen in die Atmosphäre, oder lässt man aus der Maske inspiriren, so sinkt der Cylinder herab, die Luft desselben behält aber auch hier constant ihren ursprünglichen Verdichtungsgrad (vide Manometer), bis der innere Cylinder auf dem Boden des äusseren Gefässes angelangt ist.

An der Scala des inneren Cylinders lässt sich ablesen, um wie viele Centimeter mit jedem Athemzuge — sei es bei der Inspiration oder bei der Exspiration — der Cylinder gesunken oder gestiegen ist. Da der Rauminhalt des Cylinders für je 1 Ctm. Höhe bekannt ist — wie wir bald sehen werden, berechnet sich derselbe auf ca. 573 Ccm. —, so lässt sich genau berechnen, wie viel Luft dem Cylinder entweder bei jeder Inspiration entzogen oder bei jeder Exspiration hinzugefügt wird.

Mit diesem Apparat haben wir also erstens erreicht, dass es in unserer Hand steht, durch Vermehrung oder Verminderung der Gewichte nach Belieben jeden gewünschten Grad der Luftverdichtung oder Luftverdünnung zu erzielen, und zweitens, dass dieser Grad während des ganzen Gebrauchs ein constanter bleibt.

Wir haben demnach ein physicalisches Heilmittel gewonnen, welches wir auf das allerexacteste zu dosiren, und wodurch wir auch den strengsten Anforderungen der Wissenschaft zu genügen vermögen.

Ferner lernen wir genau kennen, wie gross das Quantum Luft ist, welches bei der jedesmaligen In- oder Exspiration ein- resp. ausgeathmet wird, können dieses Quantum mit der vitalen Lungencapacität vergleichen, sind also auch in die Lage versetzt, exacte wissenschaftliche Untersuchungen nach dieser Richtung hin anzustellen.

Ein besonderes Augenmerk habe ich darauf gerichtet, die Gesichtsmasken so construiren zu lassen, dass sie durchaus luftdicht am Gesichte schliessen. Dies ist mir denn auch in vollkommenster Weise gelungen. Ich lasse gewöhnlich drei Grössen der Maske vorräthig halten; den meisten erwachsenen Personen passt

die mittlere Grösse. Durch leichtes Biegen lässt sich ein vollkommener Schluss meist auch dann noch erreichen, wenn er ursprünglich nicht vorhanden zu sein scheint. Nur Vollbärte verhindern leicht einen völlig luftdichten Verschluss.

Ob ein Verschluss vorhanden oder nicht, lässt sich beim Gebrauch des Apparats auf's genaueste controliren. Wird nämlich comprimirte Luft mittelst der Maske eingeathmet, so darf der Cylinder nur so lange herabsinken, als der Patient inspirirt, sodann muss der Cylinder unbeweglich stillstehen. Das gleiche gilt für die Exspiration in verdünnte Luft.

Ich lege ein Gewicht darauf, dass möglichst ein jeder Patient seine eigene Maske besitze. Abgesehen von der möglichen Contagion, gebietet schon der Wunsch nach Reinlichkeit diese Pflicht. Dadurch, dass ich die Masken so anfertigen liess, dass sie von der Hahnvorrichtung getrennt sind und derselben einfach aufgesetzt oder abgenommen werden können, habe ich es erreicht, dass jede Maske einen ziemlich wohlfeilen Preis hat, wodurch das Anschaffen derselben den Patienten erleichtert wird. In Krankenhäusern und in der Armenpraxis wird man sich freilich damit begnügen müssen, mit wenigen Masken auszukommen und die contagiösen Kranken von den sonst gemeinschaftlichen Masken auszuschliessen.

Ein weiterer Vorzug ist die leichte Handlichkeit des Hahns an der Maske, so dass kein Kranker Schwierigkeit findet, das Oeffnen und Schliessen desselben und somit die Benutzung des Apparats je nach den Respirationsphasen selbst zu reguliren.

Ueberhaupt macht mein pneumatischer Apparat jede Unterstützung durch einen Gehülfen entbehrlich. Ist der Kranke erst einmal instruirt, und dies gelingt sehr bald, so kann er ohne Mühe alles ohne fremde Hülfe besorgen[1]). Nur, falls er ganz be-

1) Selbstverständlich gilt dies nur von der technischen Ausführung. Die Bestimmung über die Art des Gebrauchs und namentlich die Dosirung der Gewichte muss sich der Arzt auf's strengste vorbehalten. Da wir, wie wir später sehen werden, es hier mit einem sehr energischen Heilmittel zu thun haben, so hat der Arzt die Behandlung dauernd auf's sorgfältigste zu überwachen. Am besten geschieht dies, wenn die Behandlung im Hause des Arztes, also unter seinen Augen statt hat. Nur wo es durchaus nothwendig ist, entschliesse man sich, den Apparat den Patienten selbstständig in die Hand zu geben. Ich komme später noch darauf zurück.

sonders schwächlich ist, mag er sich von einem anderen die Gewichte anhängen, resp. abnehmen oder aufsetzen lassen. Da dies während einer Sitzung nur wenige Male geschieht, und sich die Gewichte überdies aus kleinen Stücken zusammensetzen lassen, so wird diese Hülfe nur in den seltensten Fällen wirklich nothwendig werden — höchstens hier und da erwünscht sein.

Freilich hat mein Apparat dem Hauke'schen gegenüber auch einen unbestreitbaren Nachtheil. Während der Hauke'sche klein, fast compendiös ist, hat der meinige bereits eine ziemliche Grösse — und dem entsprechend auch einen viel höheren Preis.

Leider liess sich derselbe, unbeschadet seiner Wirkung und Annehmlichkeit für den Gebrauch, kleiner nicht gut construiren. Eher wäre es sogar erwünscht gewesen, ihn in grösseren Dimensionen zu haben, weil er dann durch eine noch grössere Zahl von Athemzügen aushielte. Aber wollte man seinen Umfang vergrössern, so müssten auch im Verhältniss zu den Quadraten des Durchmessers die zu gebrauchenden Gewichte vermehrt werden, was unbequem wäre; wollte man ihn dagegen höher machen, so wäre es nicht leicht für kleinere Personen, mit den Händen hinaufzureichen. — Mir schien demnach die Grösse und der Umfang des Apparats, wie ich sie gewählt, noch am besten allen Anforderungen der Bequemlichkeit, so weit sie unbeschadet der Wirksamkeit zu erzielen waren, zu genügen.

Die Kraftwirkung des eben beschriebenen Apparats lässt sich sehr leicht berechnen:

Das Gewicht der Atmosphäre auf ein Quadrat-Centimeter Fläche beträgt bekanntlich im Mittel 1033 Gramm. Die Oberfläche des inneren Cylinders unseres Apparats ($r^2\pi$) beträgt $\left(\frac{27}{2}\right)^2 \pi =$ ca. 572,8 Quadrat-Centimeter. Der Druck einer Atmosphäre auf dieselbe berechnet sich demnach auf 1033 . 572,8 Grm. = 591,7 Kilogramm = ca. 1183 Pfund. Hiernach lässt sich bequem berechnen, welchem Atmosphärendruck jede beliebige Zahl von Gewichten, die man auf den Apparat stellt oder anhängt, entspricht. Die nachstehende Tabelle giebt die Verhältnisse an.

Der Bequemlichkeit halber können wir bei der Berechnung an Stelle von 1183 Pfund die runde Zahl 1200 Pfund (= 600 Kilogramm) setzen. Der Fehler für das Endresultat wird hierdurch nicht bedeutend genug, um berücksichtigt werden zu müssen.

Ueberdies kommt noch ein — wenn auch auf ein sehr geringes Mass reducirter — Factor, der der Reibung [1]) hinzu, der ganz oder theilweise diesen Fehler zu compensiren vermag.

Pfund =	Atmosphärendruck =	Quecksilberdruck [2]) = Mm.	Wasserdruck [3]). Ctm.
1200	1	760	1033
1	$^1/_{1200}$	0,63	0,86
3	$^1/_{400}$	1,9	2,6
5	$^1/_{240}$	3,1	4,3
6	$^1/_{200}$	3,8	5,2
8	$^1/_{150}$	5,1	6,9
10	$^1/_{120}$	6,3	8,6
12	$^1/_{100}$	7,6	10,3
15	$^1/_{80}$	9.5	13
17	$^1/_{70}$	10,9	14,8
18	$^1/_{66}$	11,4	15,3
20	$^1/_{60}$	12,6	17,2
24	$^1/_{50}$	15,2	20,6
25	$^1/_{48}$	15,8	21,5
27	$^1/_{44}$	17,1	23,3
30	$^1/_{40}$	19,0	26,0
33	$^1/_{36}$	21,1	28,7
35	$^1/_{34}$	22,1	30,3

1) Bei schlecht gearbeiteten Apparaten kann der Factor der Reibung ein so bedeutender werden, dass dieser einen beträchtlichen Theil der Wirkung hinweg nimmt. Dasselbe kann geschehen, wenn der Apparat nicht gut, z. B. auf schiefem Fussboden, aufgestellt ist, so dass sein Boden nicht horizontal steht.

2) Diese Zahl, eben so wie die beim Wasserdruck angegebene, entspricht dem mittleren Barometerdruck und ist selbstverständlich je nach dem Luftdruck veränderlich. Daraus folgt, dass auch die übrigen Zahlen, welche oben für den Quecksilber- und Wasserdruck angegeben sind, den gleichen Schwankungen unterliegen. Die Differenz wird namentlich sehr hervortreten, wenn der Apparat im Hochgebirge aufgestellt wird, wo der Luftdruck ein viel geringerer ist.

3) Die in dieser Reihe aufgeführten Zahlen entsprechen dem absoluten Wasserdruck bei mittlerem Barometerstand. Das Wasser-Manometer am Apparat zeigt natürlich nicht diese Zahlen, sondern ganz andere an. Wie bereits früher ausgeführt, macht dasselbe nur ersichtlich, welchen Stand das Wasser im äusseren Cylinder hat, und man muss sodann noch berechnen, wie hoch es im inneren Cylinder steht. Erst die Differenz beider bezeichnet den Wasserdruck. — Beim Anhängen von Gewichten steigt der innere Cylinder bei geschlossenem Hahn um so viel in die Höhe, als das Wasser in ihm steigt.

Pfund =	Atmosphärendruck =	Quecksilberdruck = Mm.	Wasserdruck. Ctm.
36	$^1/_{33}$	22,8	31,0
40	$^1/_{30}$	25,3	34.4
42	$^1/_{28}$ bis $^1/_{29}$	26,6	36,3
45	$^1/_{26}$ bis $^1/_{27}$	28,4	38.7
48	$^1/_{25}$	30,4	41,3
50	$^1/_{24}$	31.6	43,0
55	$^1/_{22}$	34,7	47.3
60	$^1/_{20}$	38,0	51,6

Die Berechnung ist eine sehr einfache, so dass ein jeder, auch ohne diese Tabelle zur Hand zu haben, von selbst sofort die Zahlen wird finden können.

Diese Zahlen dienen zur genauen Dosirung der Gewichte, welche man anzuwenden hat, um eine intendirte, ganz bestimmte Druckwirkung zu erzielen.

Es ist hierbei nur noch zu berücksichtigen, dass auch das Gewicht des inneren Cylinders selbst bei der Berechnung in Anschlag zu bringen ist, dasselbe beträgt etwas über 10 Pfund. Will man nun die Luft comprimiren, so hat man demnach 10 Pfund weniger, als man wirken lassen will, auf den Cylinder aufzulegen; umgekehrt muss man zur Luftverdünnung 10 Pfund mehr anhängen. Will man z. B. 30 Pfund Druckkraft = 19 Mm. Quecksilberdruck = $^1/_{40}$ Atmosphäre in Anwendung bringen, so hat man zur Compression nur 20 Pfund Gewichte aufzulegen, dagegen zur Luftverdünnung 40 Pfund anzuhängen.

Ich will nicht unterlassen, hier noch eines Factors Erwähnung zu thun, der an meinem Apparat eine geringfügige Inconstanz der Druck- resp. Zugwirkung bewirkt. Ich habe bei den obigen Ausführungen den Cylinder stets mit einem constanten Gewicht von 5 Kilogramm berechnet. Dies ist aber physicalisch nicht genau. Durch das Eintauchen in Wasser verliert der Cylinder für seine Druckkraft so viel an Gewicht, als er Wasser verdrängt. Das specifische Gewicht des Zinks ist etwa = 7. Steht der Cylinder bis zur Wasserhöhe innerhalb des Wassers, so tauchen 60 Ctm. seines Mantels, die ein Gewicht von ca. 2,5 Kilo haben, unter; es entsteht dadurch ein Gewichtsverlust von 0,36 Kilo gegen denjenigen Stand des Cylinders, in welchem er überhaupt nicht mehr in Wasser eintaucht. Dass eine Differenz, welche in maximo 0,36 Kilo beträgt und $^1/_{1666}$ Atmosphärendruck entspricht, für die vorliegenden Verhältnisse viel zu geringfügig ist, um irgend welche Berücksichtigung zu verdienen, ist wohl unzweifelhaft.

Der Apparat scheint mir durch seine Exactität auf's vollkommenste allen Anforderungen zu entsprechen, welche die Wissen-

schaft an ihn zu stellen vermag, und dass er sich auch in der Praxis ebenso vollständig bewährt hat, dies werden, so hoffe ich, meine therapeutischen Beobachtungen, welche alle Erwartungen übertrafen, untrüglich beweisen.

Methode der Anwendung des pneumatischen Apparats.

Der transportable pneumatische Apparat kann in vierfacher Weise benutzt werden:

1) zur Einathmung comprimirter Luft,
2) zur Einathmung verdünnter Luft,
3) zur Ausathmung in verdünnte Luft,
4) zur Ausathmung in comprimirte Luft.

Will man den Apparat in der einen oder anderen Weise gebrauchen, so fülle man den äusseren Cylinder zunächst mit Wasser und zwar am zweckmässigsten bis zu einer Höhe von 20 Ctm. unter seinem oberen Rande — wo am Apparat durch eine Marke „Wasserstandshöhe“ angezeichnet ist. Es genügt, wenn das Wasser ungefähr jede Woche einmal erneuert wird.

Zum Ablassen des Wassers behufs Erneuerung desselben thut man gut, an dem unteren Ablassrohr des äusseren Cylinders einen Schlauch zu befestigen und diesen in ein Gefäss zu leiten. Um das Ablaufen des Wassers zu beschleunigen, ist es zweckmässig, ausserdem noch einen oder mehrere lange Schläuche von oben in das Wasser hineinzuführen, dann am freien Ende anzusaugen und dasselbe, welches länger sein muss als der in das Wasser hineinreichende Theil des Schlauches, in ein Gefäss herabhängen zu lassen. Die Schläuche wirken dann als Heber.

Man darf den Apparat deshalb nicht höher hinauf, als angegeben, mit Wasser füllen, weil bei der Luftcompression das Wasser im äusseren Gefässe steigt, es also überlaufen würde. Eine Wasserstandshöhe von 20 Ctm. reicht ungefähr für eine Luftcompression bis zu $^1/_{40}$ Atmosphärendruck (Auflegen von 20 Pfund Gewichten) aus; jedoch hat man die Vorsicht zu gebrauchen, die ganzen Gewichte nicht auf einmal, sondern in kleinen Stücken nach einander aufzulegen. Will man, was äusserst selten indicirt ist, eine grössere Compression benutzen, so darf der Cylinder nur in entsprechend geringerer Höhe mit Wasser gefüllt werden. Für den gewöhn-

lichen Gebrauch jedoch ist es gut, nicht weniger Wasser, als angegeben, einzufüllen, weil mit der Verkleinerung der Wasserhöhe auch das zur Disposition stehende Luftquantum sich verringert.

1. Einathmung comprimirter Luft.

Um comprimirte Luft einathmen zu lassen, hat man zuvor den inneren Cylinder mit Luft zu füllen. Zu diesem Zwecke hängt man bei geöffnetem Hahn so viel Gewichte an die Haken, dass dieselben das Gewicht des inneren Cylinders (ca. 10 Pfund) übertreffen, also beispielsweise 15—30 Pfund. Der Cylinder steigt sodann in die Höhe, von aussen Luft ansaugend.

Will man statt der Zimmerluft frische Luft von aussen in den Apparat leiten, so halte man das mit dem geöffneten Hahn in Verbindung stehende Schlauchende oder einen grösseren an den Hahn angefügten Schlauch aus dem Fenster hinaus. Man mache hiervon nur dann Gebrauch, wenn die Zimmerluft offenbar unrein ist, sei es durch den Aufenthalt vieler Menschen bei ungeeigneter Ventilation, sei es dass der Apparat im Schlafzimmer des Patienten aufgestellt ist, oder durch ähnliche Ursachen. Man sei jedoch stets damit vorsichtig, sobald die Temperatur im Freien erheblich niedriger ist, als im Zimmer. Einer meiner Patienten, der den Apparat in seiner Wohnung gebrauchte, zog sich einmal dadurch, dass er gegen meine Vorschrift Luft von aussen bei einer Temperatur von -8^0 in seinen Apparat hineinleitete, eine erhebliche Recidive seines Hustens zu.

Sobald nun der Cylinder bis nahe an die Klammern hinaufgestiegen ist, schliesse man den Hahn und entferne die Gewichte von den Haken.

Ist dies geschehen, so ist bereits die Luft im Apparat um das Gewicht des Cylinders comprimirt, und dieser sinkt deshalb ein wenig herunter. Da das Gewicht des Cylinders ungefähr 10 Pfund beträgt, so ist die Luft um ca. $^1/_{120}$ Atmosphärendruck verdichtet.

Will man, wie dies fast immer der Fall, eine stärkere Luftcompression anwenden, so lege man noch so viele Gewichte auf den Cylinder, als man nach der Berechnung intendirt. Will man beispielsweise $^1/_{60}$ Atmosphärendruck benutzen, so entspricht diesem, da der Druck einer Atmosphäre auf die Cylinderoberfläche ca. 1200 Pfund beträgt, ein Gewicht von $^{1200}/_{60} = 20$ Pfund.

Rechnet man von diesen 20 Pfund das 10 Pfund betragende Gewicht des Cylinders ab, so bleibt ein Rest von 10 Pfund, die man demnach aufzulegen hat.

Man lege die Gewichte stets möglichst auf die Mitte der Cylinderoberfläche, — dieselbe ist durch einen Ring angezeichnet — weil sonst der Cylinder nach der einen oder anderen Seite ein Uebergewicht erhält und dadurch beim Gebrauch eine Reibung veranlasst, welche einen wenn auch nur kleinen Theil der Druckwirkung aufhebt.

Am häufigsten benutze ich eine Luftcompression von $^1/_{60}$ Atmosphärendruck und steige nur sehr allmälig auf $^1/_{48}$ bis $^1/_{40}$ Druck, äusserst selten mehr. Diesen Druckkräften entsprechen auf den Cylinder aufzulegende Gewichte von 10—15—20 Pfund, am häufigsten anzuwenden 10 Pfund. In manchen Fällen, besonders bei zarten Personen, beginne ich die Behandlung mit einem viel geringeren Druck, nämlich mit $^1/_{80}$ Atmosphärendruck, welchem 5 Pfund aufgelegte Gewichte entsprechen, und ich steige dann nur ganz allmälig von Pfund zu Pfund.

Ist nun der Apparat in der Weise vorbereitet, dass die Luft desselben in dem gewünschten Grade verdichtet ist, so nehme der Kranke die seinem Gesichte vorher angepasste [1]), nunmehr an den Hahn des Schlauches befestigte Maske und halte sie sich mit der linken Hand luftdicht vor Mund und Nase. Er hat hierbei darauf zu achten, dass er sich die mit der äusseren Atmosphäre communicirende Oeffnung des Hahns nicht mit der Hand verschliesse. Ist dieselbe frei, so kann er unter der luftdicht anliegenden Maske, so lange der zum Apparat führende Hahn verschlossen bleibt, ruhig athmen, indem durch die angegebene Oeffnung eine genügende Communication mit der äusseren Luft vorhanden ist.

Nunmehr öffne der Kranke, sobald er eine Inspirationsbewegung ausführen will, mit der rechten Hand schnell und vollständig den zum Apparat führenden Hahn und athme möglichst tief mit geöffnetem Munde die einströmende comprimirte Luft so lange ein, als er die Inspirationsstellung überhaupt einzuhalten vermag. Sodann schliesse er wieder den Hahn eben so schnell und vollständig, wie er ihn vorher geöffnet, und athme dann ruhig, aber möglichst tief — jedoch nicht in forcirter Weise — aus,

1) Vergl. oben das nähere über den luftdichten Schluss der Masken.

wobei die ausgeathmete Luft durch die nach aussen führende Oeffnung des Hahns entweicht. Sodann folgt eine neue Inspiration in gleicher Weise, wie oben angegeben, und so fort.

Der Kranke braucht auf diese Weise während der ganzen Procedur die Maske nicht vom Gesichte zu entfernen. Wer es indess vorzieht — und dies geschieht meist die ersten Male, wenn der Kranke noch nicht genügend eingeübt ist, oder wenn er sich gar vor dem Verfahren als etwas unbekanntem fürchtet —, kann auch die Maske nach jeder Inspiration und nach Schluss des Hahns vom Gesichte entfernen und in die freie Luft exspiriren oder auch noch einige Athemzüge in freier Luft machen, ehe er von neuem mit der Maske die comprimirte Luft inspirirt. Hat der Kranke erst das Verfahren genügend kennen gelernt, und ist er nicht zu dyspnoëtisch, so verzichtet er von selbst darauf, nach jeder Inspiration die Maske zu entfernen, sondern athmet ohne Unterbrechung unter der Maske. Aber auch in diesen Fällen hat man gerade im Gegentheil darauf zu achten, dass die Kranken das Einathmen der comprimirten Luft nicht so lange ausdehnen, um sich dadurch angestrengt zu fühlen, sondern dass sie nach einer grösseren oder geringeren Zahl von Athemzügen stets eine kleine Pause machen — der eine häufiger und länger als der andere, je nach der Individualität des erkrankten.

Einer fremden Hülfe zum Vorhalten der Maske und zum Oeffnen des Hahns bedarf der Kranke gewöhnlich nur das erste Mal. Sehr bald erlernt er das einfache Verfahren, und es ist darauf zu halten, dass er es schnell erlerne; denn selbst vermag der einathmende den Hahn je nach seiner Respirationsphase besser zu reguliren, als es einer fremden Hülfe auszuführen möglich ist.

Die Einathmung geschieht am zweckmässigsten im Stehen, weil in dieser Position der Thorax sich am wenigsten gehindert nach allen Richtungen ausdehnen kann, wie ja namentlich auch die Spirometrie ergeben hat. Schwächlichen Personen jedoch gestatte man, sitzend zu inspiriren. Die etwas geringere Leistung wird hierbei reichlich durch die wegfallende Anstrengung des Stehens aufgewogen. Nur in Ausnahmefällen bei bettlägerigen Kranken wird man die liegende Stellung benutzen; will man hierbei überhaupt noch zu dem Mittel greifen, wird man die Kranken wenigstens möglichst aufrecht im Bette sitzen lassen.

Was die Zeitdauer des Verfahrens betrifft, so ist es zweckmässig, diese nach der Zahl der Cylinderfüllungen zu bemessen.

Eine Cylinderfüllung berechnet sich [1]), bei einem Wasserstand von 20 Ctm. und beim Heraufheben des Cylinders bis zu den Klammern, auf ca. 49260 Ccm. und nach Abzug dessen, was im Cylinder nach dem Gebrauch noch an Luft zurückbleibt, auf ca. 37800 Ccm. Dieses Quantum reicht je nach der vitalen Lungencapacität des Kranken und der Ausdehnbarkeit seines Thorax gewöhnlich für 15 — 25 Athemzüge aus. Indess giebt es auch Kranke, die einerseits eine viel geringere Athemgrösse besitzen und den Cylinder nur in 25 — 50 und selbst nur 60 Athemzügen leeren, andere, die schon in 10 — 15 und in Ausnahmefällen sogar schon in 8 — 10 Zügen die Luft verbrauchen [2]). Anstatt nach der Zahl der Athemzüge, kann man den Luftverbrauch zweckmässig auch nach der Höhe bemessen, um welche bei jeder Inspiration der Cylinder heruntersinkt. Für gewöhnlich beträgt dieses Mass ca. 2,5—4 Ctm., in extremen Fällen werden auf der einen Seite nur 1—2 Ctm., auf der anderen 4—6 bis selbst 8 Ctm. zu stande gebracht.

Je nachdem nun ein Kranker mehr oder weniger Athemzüge braucht, um die Luft einer Cylinderfüllung zu inspiriren, in dem gleichen Verhältniss ungefähr wird er mehr oder weniger Cylinderfüllungen in jeder Sitzung anzuwenden haben. Sehr schwächliche Personen, die bei jedem Athemzuge nur etwa 1 bis höchstens 2 Ctm. der Luftsäule inspiriren, oder mit anderen Worten die einen Cylinder kaum in 30—60 Athemzügen entleeren, werden

---

1) Höhe der Luftsäule oberhalb des oberen Randes des äusseren Cylinders = 66 Ctm. Beim Auflegen von Gewichten sinkt zwar der Cylinder um eine bestimmte Grösse herab, aber ungefähr um eben so viel sinkt auch der Wasserstand in demselben. 1 Ctm. Höhe der Luftsäule beträgt 572,8 Ccm., folglich enthält der Cylinder 66 . 572,8 Ccm. = 37805 Ccm. zum Gebrauch dienende Luft. Hierzu kommt noch eine Luftsäule von 20 Ctm. Höhe = 20 . 572,8 Ccm. = 11456 Ccm. vom Mantel des äusseren Cylinders eingeschlossen, die aber im Cylinder zurückbleibt und nicht zur Einathmung gelangt. Summe 49261 Ccm.

2) Da die Inspiration comprimirter Luft gewöhnlich nicht nach forcirter, sondern nach gewöhnlicher oder nur wenig tiefer Exspiration ausgeführt wird, so kommt nicht bei der Inspiration das volle Mass der vitalen Lungencapacität in Betracht. Freilich wird das Luftquantum andererseits wieder vermehrt durch stärkere Ausdehnung des Thorax (vergl. unten).

sich in den ersten Sitzungen mit einer einzigen Cylinderfüllung — mit vielen eingeschalteten Ruhepausen — begnügen können und nur allmälig auf 2 bis höchstens 3 Füllungen täglich steigen. Andere dagegen, die, wie am häufigsten, 2,5—4 Ctm. Höhe der Luftsäule mit jeder Inspiration aufnehmen, können schon in der ersten Sitzung 2—3 Cylinderfüllungen gebrauchen und allmälig auf 4—6 täglich steigen. Personen mit noch grösserer vitaler Lungencapacität können den Gebrauch noch weiter steigern.

Am Ende des Verbrauchs einer jeden Cylinderfüllung lasse ich gewöhnlich eine kürzere oder längere Ruhepause einschalten. Diese wird theilweise dadurch ausgefüllt, dass der Cylinder von neuem in der oben bezeichneten Art mit frischer Luft gefüllt und sodann in der früheren Weise mit gleich vielen — oder will man steigen, mit mehr — Gewichten belastet wird.

Mit Einschluss der Ruhepausen dauert jede Sitzung etwa 10—30 Minuten. Vor und nach derselben lasse man den Kranken mindestens noch 15 Minuten ausruhen. Man vermeide überhaupt den Gebrauch des Apparats, so lange der Kranke irgend wie erhitzt oder von einer unmittelbar vorangegangenen Beschäftigung noch angestrengt ist.

Gewöhnlich lasse ich das Verfahren nur einmal täglich gebrauchen, selten zweimal.

2. Einathmung verdünnter Luft.

Auch zur Einathmung der verdünnten Luft fülle man zunächst den Cylinder mit Luft ganz in derselben Weise, wie für die Einathmung comprimirter Luft. (Man kann zum Hinaufziehen des Cylinders sofort dieselbe Zahl von Gewichten anhängen, die man später zum Luftverdünnen braucht) Ist nun der Cylinder bis zu den Klammern hinaufgestiegen, also mit Luft gefüllt, so schliesst man den Hahn zur Maske und hängt so viele Gewichte an die Schnüre (resp. lässt die früher angehängten Gewichte an denselben zurück), als man zur beabsichtigten Luftverdünnung benutzen muss.

Will man verdünnte Luft einathmen, so hat man den vollen Widerstand der Luftverdünnung durch seine Inspirationsmuskeln zu überwinden. Oeffnet man den Hahn, während die Luft verdünnt ist, so steigt der Cylinder vermöge des Zuges der ange-

hängten Gewichte in die Höhe, von aussen Luft ansaugend. Nun soll, während der Kranke aus dem Cylinder inspirirt, nicht nur das Streben des Cylinders hinaufzusteigen überwunden, sondern dazu noch so viel Kraft aufgewendet werden, um ihn sogar zum Herabsinken zu bringen, d. h. ihm Luft zu entziehen. Begreiflicherweise gehört hierzu bereits ein gewisser Vorrath an Muskelkraft, und sehr schwächliche Personen können nur mit Mühe dieses Experiment ausführen.

Hieraus schon ist ersichtlich, dass wenn man verdünnte Luft inspiriren lassen will, man zunächst mit einem sehr geringen Grad der Luftverdünnung sich begnügen muss.

Gewöhnlich beginne ich damit, im ganzen nur 15 Pfund (an jeder Schnur 5 Pfund) an die Haken anzuhängen; dies ergiebt nach Abzug des Cylindergewichts nur eine Differenz von 5 Pfund $= {}^{5}/_{1200} = {}^{1}/_{240}$ Atmosphärendruck Luftverdünnung. Allmälig steige ich bis zu einer Luftverdünnung von ${}^{1}/_{120}$—${}^{1}/_{60}$ Atmosphärendruck (Anhängen von 20—30 Pfund), je nach dem Kräftezustand des Patienten.

In der Regel vermag der Kranke mit jeder Inspiration den Cylinder nur um 1—3, höchstens 4—5 Ctm. (nur in Ausnahmefällen, bei bereits sehr vorgeschrittener Besserung oder Heilung, mehr, selbst 6—7 Ctm.) zum Sinken zu bringen. Es reicht deshalb meist eine einzige Cylinderfüllung für jede Sitzung aus.

Fast regelmässig wende ich die Einathmungen verdünnter Luft nicht für sich allein an, sondern gleichzeitig mit der Einathmung comprimirter Luft, wenn für diese keine Contraindication vorhanden. Ich verfahre dann grösstentheils derart, dass ich zuerst einige Cylinder comprimirte Luft, dann nach einer Pause von 10—15 Minuten 1 bis höchstens 2 Cylinder verdünnte Luft und zum Schluss nach einer nochmaligen gleich langen Pause wieder 1 bis 2 Cylinder comprimirte Luft einathmen lasse.

Die Inspiration geschieht mit offenem Munde innerhalb der Maske, in ganz gleicher Weise, wie oben für die comprimirte Luft beschrieben. Auch die übrigen Vorschriften sind für beide Methoden dieselben. Der Kranke hat stehend zu inspiriren. Ist er zu schwach, um im Stehen das Verfahren zu gebrauchen, so ist er meist für die Inspiration verdünnter Luft überhaupt zu schwach, und man verzichte für gewöhnlich hierauf so lange, bis der Kräftezustand sich gehoben hat.

Man kann auch die Luftverdünnung in anderer Weise zur Inspiration benutzen — nach einer zweiten Methode, die jedoch für gewöhnlich viel weniger empfehlenswerth ist:

Befindet sich nämlich der innere Cylinder in seiner ganzen Höhe innerhalb des äusseren eingeschlossen, so enthält er ein gewisses Luftquantum (20 . 573 Ccm. = 11460 Ccm.), welches bei offenem Hahn unter gewöhnlichem Atmosphärendruck steht.

Versucht man nun, mittelst der Maske durch eine tiefe Inspiration dem Cylinder Luft zu entziehen, so verdünnt man, entsprechend dem herausgezogenen Luftquantum, die Luft im Cylinder; das Wasser steigt in demselben in die Höhe, sinkt im äusseren Cylinder, also auch in dem als Wassermanometer dienenden Glasrohr, und das Quecksilbermanometer zeigt den Grad der stattgehabten Luftverdünnung an. Lässt man nun noch weiter aus dem Cylinder inspiriren, so wird mit jedem neuen Athemzuge die Luft im Cylinder noch mehr verdünnt, und dem entsprechend stösst mit jeder neuen Inspiration diese auf einen immer grösser werdenden Widerstand. Endlich wird der Widerstand, den die Luftverdünnung darbietet, so gross, dass die Inspirationskraft nicht mehr im Stande ist, ihn zu überwinden, und dann sind weitere Inspirationsversuche fruchtlos. Man hat in diesem Verfahren gleichsam eine andere Methode der Pneumatometrie, wie wir oben gesehen[1]).

Als therapeutische Methode darf das zuletzt angegebene Verfahren nur mit Vorsicht gebraucht werden, da es im hohen Grade anstrengt. Ich benutze es nur vorübergehend, um von Zeit zu Zeit gleichsam eine Kraftprobe anzustellen, bis zu welchem Grade ein Kranker ein gewisses Maximum der Luftverdünnung leicht oder schwer zu überwinden vermag. Ferner wende ich es zuweilen an, wenn die Besserung und Kräftigung des Kranken bereits so weit vorgeschritten ist, dass man ihm eine stärkere Kraftübung zumuthen darf. Ich benutze es dann immer in Einschaltung zwischen der Einathmung comprimirter Luft. Für gewöhnlich jedoch ziehe ich als therapeuticum die erstere Methode bei weitem vor.

Das wesentliche, wodurch sich beide Methoden von einander unterscheiden, lässt sich folgendermassen formuliren: Bei der ersteren Methode athmet der Kranke während der ganzen Sitzung eine Luft von constanter Verdünnung, bei letzterer eine mit allmälig

1) Vergl. oben pag. 29.

steigender Verdünnung ein; bei ersterer bleibt demnach der durch die Inspiration zu überwindende Widerstand constant, bei letzterer steigert er sich mit jedem Athemzuge so weit, bis er nicht mehr zu ertragen ist.

3. Ausathmung in verdünnte Luft.

Um die verdünnte Luft zur Exspiration zu benutzen, hänge man an die Haken der Schnüre bei geschlossenem Hahn so viele Gewichte, als man zur beabsichtigten Luftverdünnung gebraucht.

Am häufigsten wende ich eine Verdünnung von $^1/_{60}$ Atmosphärendruck an. Dies entspricht 20 Pfund Gewichten, zu welchen noch das Gewicht des Cylinders = 10 Pfund hinzugezählt werden muss, also im ganzen 30 Pfund. Es kommen demnach an jede der drei Schnüre je 10 Pfund. Man thut gut, die drei Schnüre stets mit gleichen Gewichten zu belasten, damit der Cylinder gerade in der Mittellinie sich bewege, und eine Reibung vermieden werde. Wenn die Zahl der anzuhängenden Gewichte nicht durch 3 theilbar ist, so benutze man die nächst höhere durch 3 theilbare Zahl, und die Differenz, 1 oder 2 Pfund, lege man dem Cylinder auf.

In seltneren Fällen fange ich mit einer geringeren Zahl von Gewichten an, kaum je aber mit weniger als mit Anhängen von 24 oder 25 Pfund = ca. $^1/_{80}$ Atmosphärendruck.

Steigern lasse ich nur allmälig, meist um je 3 Pfund. Aeusserst selten lasse ich mehr als höchstens 40—45 Pfund als Maximum anhängen, was einer Verdünnung von ca. $^1/_{40}$ bis $^1/_{34}$ Atmosphärendruck entspricht.

Nachdem die Gewichte angehängt, halte der Kranke mit seiner linken Hand die Maske luftdicht vor Mund und Nase, athme erst ruhig einige Male unter der Maske durch die mit der äusseren Atmosphäre communicirende Oeffnung, mache sodann eine tiefe Inspiration und öffne, sobald dieselbe beendet, schnell und vollständig den zum Apparat führenden Hahn mit der rechten Hand. Nunmehr athme er mit offenem Munde so tief als er es irgend vermag, aber möglichst ohne sich anzustrengen, in die Maske hinein, wobei dann der Cylinder des Apparats in die Höhe steigt. Sobald die Exspiration vollendet, wird der Hahn wieder schnell und vollständig geschlossen. Es beginnt sodann von neuem eine tiefe Inspiration, darauf wieder Oeffnung des Hahns und Ausathmen in den

Apparat hinein, so lange bis der Cylinder so weit in die Höhe gestiegen ist, um nahezu die Klammern zu berühren.

Ist dies geschehen, so werden die Gewichte von den Haken abgenommen, ein beliebiges Gewicht auf den Cylinder aufgesetzt und sodann der Hahn geöffnet. Nun sinkt der Cylinder herab, und sobald er den Boden berührt und der Wasserstand im äusseren Cylinder wieder zu seiner ursprünglichen Linie zurückgekehrt ist, wird der Hahn geschlossen, die Gewichte werden vom Cylinder abgenommen und dafür wieder die früheren Gewichte an den Cylinder angehängt. Nun beginnt die Athmung von neuem in der früheren Weise.

Was die Zeitdauer für die jedesmalige Anwendung dieses Verfahrens betrifft, so gilt im allgemeinen dasselbe, was ich oben bei der Einathmung comprimirter Luft des näheren ausgeführt habe. Auch hier zähle ich gewöhnlich nach Cylinderfüllungen, und lasse je nach der vitalen Capacität des Patienten das erste Mal meist nur 1—2 Cylinder gebrauchen, später auf 3—6 (selten mehr) in jeder Sitzung steigen. Meistentheils begnüge ich mich mit einer Sitzung täglich, selten zwei.

Zu bemerken ist noch, dass bei der Ausathmung in verdünnte Luft grösstentheils der Cylinder in weniger Athemzügen gefüllt ist, als er bei der Inspiration comprimirter Luft sich leert. Dies rührt davon her, dass bei dieser letzteren der Einathmung von comprimirter Luft keine forcirte Exspiration vorherzugehen braucht, wogegen bei der ersteren meist eine sehr tiefe Inspiration der Exspiration vorausgeschickt wird, also hier mehr Luft zur Ausathmung gelangt, als dort zur Einathmung.

Die Zahl der Athemzüge, welche zum Hinaufsteigen des Cylinders erforderlich ist, beträgt in den meisten Fällen 10—20; indessen kommen gar nicht selten Fälle vor, in welchen 8—10 oder selbst 6—8 Züge hierzu ausreichen; andere hinwiederum, in welchen 20—40 oder — namentlich bei hochgradigen Emphysematikern und Greisen — selbst 40—60 Athemzüge zur Hebung eines Cylinders erforderlich sind. Drücken wir dies in anderer Weise aus, indem wir messen, um wie viel der Cylinder bei jeder Exspiration gehoben wird, so erhalten wir in den meisten Fällen 3—6 Ctm., in den Extremen auf der einen Seite nur 1—3 Ctm., auf der anderen 6—10 Ctm.

Je nach dem Kräftezustand des Patienten müssen häufigere

oder seltenere, längere oder kürzere Ruhepausen während des Gebrauchs eintreten.

Ueber die Stellung des Patienten gilt auch hier das oben bei der Einathmung comprimirter Luft angegebene.

In vielen Fällen indicirt die Erkrankung sowohl die Inspiration comprimirter Luft als auch die Exspiration in verdünnte Luft. In solchen Fällen habe ich es grösstentheils für nützlich gefunden, beide Verfahren derart mit einander zu combiniren, dass der Kranke zuerst eine oder mehrere Cylinderfüllungen comprimirter Luft inspirire, sodann nach einer Pause von mindestens 15 Minuten die Exspiration in verdünnte Luft vornehme (gewöhnlich 1—3 Cylinderfüllungen) und am Schluss, wiederum nach einer gleich langen Pause, noch einen Cylinder comprimirte Luft einathme. Es giebt jedoch auch andere Fälle, in denen es nützlicher ist, die Luftcompression am Schlusse zu vermeiden. Das nähere hierbei werde ich später im therapeutischen Theile ausführen.

Benutzt man denselben Apparat zur Ausathmung in verdünnte Luft und zur Einathmung comprimirter Luft, so hat man darauf zu achten, dass man nach dem Gebrauch der ersteren, bevor man zu letzterer schreitet, stets die kohlensäurehaltige Exspirationsluft aus dem Cylinder entferne. Zu diesem Zwecke begnüge man sich nicht damit, den mit der Exspirationsluft gefüllten Cylinder durch Auflegen von Gewichten bei offenem Hahn zu entleeren — denn es bleibt ja noch ein ziemlich erheblicher Rest von Luft im Cylinder zurück —, sondern nachdem der Cylinder geleert, fülle man ihn durch Anhängen von Gewichten zum öfteren von neuem mit frischer Luft und leere sie durch Auflegen von Gewichten wieder aus. Man thut hierbei gut, den Cylinder vorsichtig aus dem Wasserspiegel zu heben, damit die Lufterneuerung um so vollständiger geschehen könne.

4. Exspiration in comprimirte Luft.

Dieses Verfahren habe ich selbst bisher therapeutisch noch nicht erprobt, sondern nur Versuche an Gesunden damit gemacht. Die physiologische Wirkung desselben werde ich später erörtern. Von Forlanini wurde es kürzlich auch zu therapeutischen Zwecken verwendet und empfohlen.

Will man es versuchen, so wird man jedenfalls nur mit sehr

geringer Luftcompression beginnen dürfen, und zum Anfang reicht die durch das Gewicht des Cylinders allein bedingte Compression (= $^1/_{120}$ Atmosph.) nicht bloss aus, sondern dieselbe wird zweckmässig noch zu reduciren sein durch Anhängen von etwa 3 Pfund an die Schnüre. Es wäre dann eine Compression von nur 7 Pfund vorhanden, welche ca. $^1/_{170}$ Atmosphärendruck entspricht. Allmälig liesse sich die Compression steigern, doch zu therapeutischen Zwecken schwerlich über $^1/_{80}$ Atmosphärendruck, d. h. Auflegen von 5 Pfund auf den Cylinder.

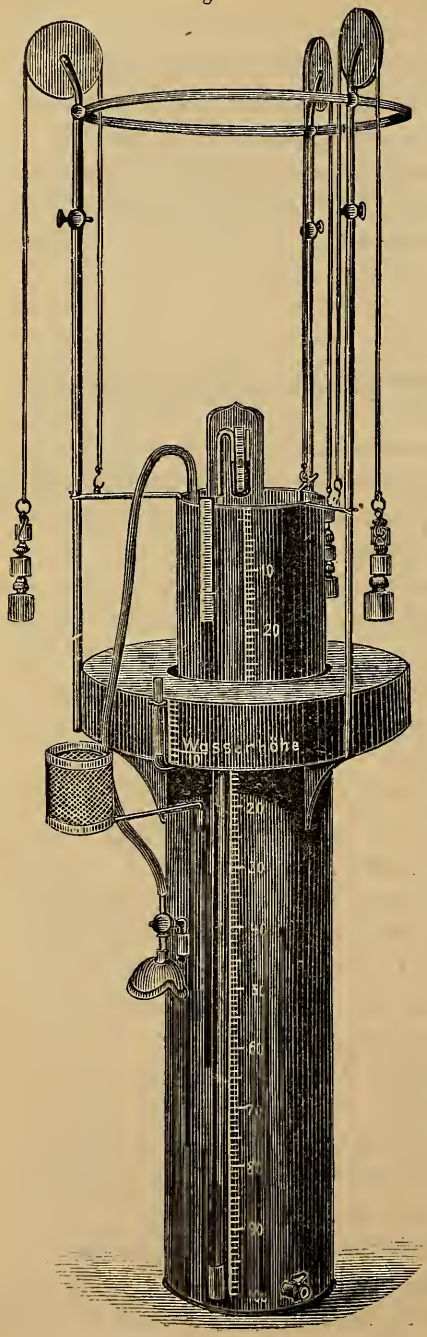
Eine Verbesserung meines pneumatischen Apparats.

Bei der fortgesetzten Anwendung meines Apparats traten mir zwei Mängel hervor, die zwar das Princip und die Leistungsfähigkeit desselben nicht berühren, deren Abstellung mir aber nichts desto weniger wünschenswerth schien.

1. Von dem Rauminhalt des inneren Cylinders geht ein zu grosser Theil für den Gebrauch der comprimirten sowohl wie der verdünnten Luft dadurch verloren, dass das Wasser nur bis zu ungefähr 20 Ctm. eingefüllt werden kann. Würde man den Apparat höher hinauf mit Wasser füllen, so würde dieses bei der Compression der Luft überlaufen.

2. Nach dem Gebrauche des Apparats, so wie der innere Cylinder den Boden des äusseren berührt, bleibt in dem ersteren ein erheblicher Rest von Luft zurück, nämlich so viel, wie der obere Cylinder von seinem oberen Deckel bis zur Wasserhöhe Rauminhalt besitzt. Bei einem Wasserstand von 20 Ctm. beträgt dies 20 . 573 = 11460 Ccm. Luft. — Ist nun vorher in verdünnte Luft exspirirt worden, so enthält diese im Cylinder zurückbleibende Luft die Kohlensäure der Ausathmungsluft, abgesehen von anderen noch möglichen Exhalationsstoffen. Um diese zu entfernen, gab ich den Rath, nach der Exspiration in verdünnte Luft, falls man darauf den Apparat zur Inspiration comprimirter Luft benutzen will, den Cylinder nicht einmal, sondern mehrere Male mit frischer Luft zu füllen und zu leeren, also gründlich zu ventiliren, und im Falle noch besondere Exhalationsstoffe zu fürchten sind, den inneren Cylinder ganz aus dem äusseren herauszuheben, um die Ventilation zu einer vollständigen zu machen. Es ist nicht zu läug-

Fig. 5.



nen, dass diese Manipulation etwas unbequem und zeitraubend ist.

Diesen beiden Mängeln habe ich durch folgende Verbesserungen meines Apparats abgeholfen.

ad 1. Den äusseren Cylinder habe ich an seinem oberen Theile in einer Höhe von 10 Ctm. derart erweitert, dass der Durchmesser dieses erweiterten Theils genau das doppelte des Durchmessers des inneren Cylinders, also 54 Ctm., beträgt. Dadurch ist es ermöglicht das Wasser bis zu einer Höhe von 8 Ctm. — wenn man wollte, sogar noch einige Centimeter höher — einzufüllen. Man gewinnt demnach 12 Ctm. Höhe des Cylinders, also $12 . 573 =$ 6876 Ccm. Luftraum.

Da im oberen Theil des äusseren Cylinders der Durchmesser desselben doppelt so gross ist, als der des inneren, so verhält sich der Flächenraum und demgemäss auch der Cubikinhalt im ersteren zu dem im letzteren wie 4 : 1, also der Mantelraum im oberen Theil des äusseren Cylinders zu dem Rauminhalt des inneren Cylinders wie $4 — 1 : 1 = 3 : 1$.

Es muss demnach bei der Compression und bei der Rarefication der Luft im inneren Cylinder das Wasser in diesem

letzteren dreimal so hoch sinken resp. steigen, als es in dem vorspringenden Theil des äusseren Cylinders steigt resp. fällt.

Nehmen wir die Wasserhöhe auf 8 Ctm. an, so würde, wenn bei einer Compression der Luft in dem aus dem Wasser gehobenen inneren Cylinder das Wasser in dem äusseren Cylinder bis zum oberen Rande in die Höhe gedrückt werden soll, das Wasser im inneren Cylinder um 3 . 8 Ctm. = 24 Ctm. sinken müssen. Der Gesammtwasserdruck würde dann 4 . 8 Ctm. = 32 Ctm. betragen, was einem Atmosphärendruck von $^{32}/_{1033}$ = ca. $^{1}/_{32}$ gleichkommt. Man kann demnach an dem so verbesserten Apparat die Luftcompression bis zu $^{1}/_{32}$ Atmosphärendruck steigern, d. h. $^{1200}/_{32}$ Pfund = ca. 37 Pfund Belastung anwenden, also bis zu 27 Pfund Gewichte auflegen, ehe das Wasser überläuft[1]).

Dem höheren Wasserstand entsprechend sind auch die Klammern, bis zu denen der Cylinder in die Höhe rückt, wesentlich hinaufgerückt. Ich habe dieselben bei 83 Ctm. Höhe anbringen lassen.

Hängt man nämlich 30 Pfund (die am meisten übliche Belastung für die Luftverdünnung) an die Schnüre des Apparats, so entspricht dies ca. $^{1}/_{60}$ Atmosphärendruck = 17 Ctm. Wasserdruck. Bei diesem Grade der Luftverdünnung sinkt, wie wir sehen werden, das Wasser im äusseren Cylinder bis auf etwa 17 Ctm. Höhe. Der innere Cylinder wird demnach, sobald er um 100 — 17 Ctm., d. h. um 83 Ctm. hinaufgestiegen, aus dem Wasser gehoben. Deshalb sind die Klammern bei 83 Ctm. angebracht.

Ich muss übrigens bemerken, dass nicht die ganze Differenz in der Klammerhöhe zwischen dem ursprünglichen und dem verbesserten Apparat der Vermehrung des Luftraums zu gute kommt, sondern hauptsächlich nur, wie oben angegeben, die Wasserhöhendifferenz[2]).

Verdünnt man nämlich die Luft in dem verbesserten Appa-

---

1) Bei dem ursprünglichen Apparat wird bei einer Wasserhöhe von 20 Ctm. das Wasser bis zum Rande gehoben, sobald die Luftcompression 25 Ctm. Wasserdruck beträgt = $^{1}/_{40}$ Atmosphärendruck = ca. 30 Pfund Belastung, was ca. 20 Pfund aufgelegten Gewichten entspricht.

2) Welche räumlichen Verhältnisse auch der äussere Cylinder darbieten mag, immer ist der durch die Luftcompression oder Luftverdünnung entstehende Raumverlust der gleiche, und eine Vermehrung des zu Gebote stehenden Luftraums kann allein durch Erhöhung des Wasserstandes erzielt werden. Der äussere Cylinder mag nämlich einen Durchmesser haben, welchen er wolle, immer wird bei einer gewissen Luftcompression die Summe der Werthe, um welche das Wasser im äusseren Cylinder steigt und im inneren fällt, genau

rat, so steigt zunächst bei geschlossenem Hahn der Cylinder viel höher aus dem Wasser empor, als bei dem ursprünglichen Apparat, nämlich gerade um so viel, als das Wasser in ihm höher steigt. Sinkt das Wasser im äusseren Cylinder um 2 Ctm., also bis zur Höhe von 10 Ctm. herab, d. h. gerade so weit wie der Vorsprung an demselben reicht, so steigt das Wasser im inneren Cylinder, wie wir auseinandersetzten, 3 mal so hoch, also 6 Ctm., und um so viel steigt der Cylinder empor. Verdünnt man die Luft noch weiter, so hat nunmehr der äussere Cylinder denselben Umfang, wie im ursprünglichen Apparat, und es tritt dann das gleiche Verhalten wie bei diesem letzteren ein, d. h. von nun an sinkt das Wasser im äusseren Cylinder etwa 4 mal so viel, als es im inneren — und mit ihm der ganze Cylinder — in die Höhe steigt.

Folgende Tabelle entspricht dem Wasserstande einerseits im äusseren Cylinder — vide Wasser-Manometer —, andererseits im inneren Cylinder bei einer ursprünglichen Wasserhöhe von 8 Ctm. unter verschiedenen Druckverhältnissen.

a) Luftverdünnung.

Luftverdünnung			Stand des Wassers im äusseren Cylinder (Wasser-Manometer).	Höhe, um welche das Wasser im inneren Cylinder über die ursprüngliche Höhe hinaufgestiegen, resp. der innere Cylinder bei geschlossenem Hahn über 0 emporgestiegen ist.
als Wasserdruck.	als Atmosphärendruck.	in Gewichten am Apparat (incl. Cylindergewicht).		
Ctm.		Pfund.	Ctm.	Ctm.
0	0	0	8	0
8	$^1/_{129}$	ca. 9	10	6
10	$^1/_{100}$	- 12	11,6	6,4
13	$^1/_{80}$	15	14	7
17	$^1/_{60}$	20	17,2	7,8
20	$^1/_{50}$	24	19,6	8,4
26	$^1/_{40}$	30	24,4	9,6
34,5	$^1/_{30}$	40	31,2	11,3
41	$^1/_{25}$	48	36,4	12,6

dieselbe sein, sie wird nämlich stets so viel betragen, als der im speciellen Falle benutzten Luftcompression Wasserdruckhöhe entspricht. Diese Wasserdruckhöhe geht in jedem Falle für den Gebrauch verloren; denn ist der äussere Cylinder weit, so steigt zwar das Wasser in ihm weniger hoch, desto mehr sinkt aber der innere Cylinder, und umgekehrt. Das analoge geschieht bei der Luftverdünnung.

b) Luftcompression.

Luftverdichtung			Stand des Wassers im äusseren Cylinder.	Höhe, um welche das Wasser im inneren Cylinder fällt, resp. dieser selbst bei geschlossenem Hahn herabsinkt.
als Wasserdruck.	als Atmosphärendruck.	in Gewichten am Apparat (incl. Cylindergewicht).		
Ctm.		Pfund.	Ctm.	Ctm.
0	0	0	8	0
8,6	$^1/_{120}$	ca. 10	ca. 5,85	ca. 6,45
10	$^1/_{100}$	12	5,5	7,5
13	$^1/_{80}$	15	4,75	9,75
17	$^1/_{60}$	20	3,75	12,75
20	$^1/_{50}$	24	3	15
26	$^1/_{40}$	30	1,5	19,5
32	$^1/_{32}$	37	0	32

ad 2. Den überflüssigen Luftraum über der Wasserhöhe, welcher ein häufiges gründliches Ventiliren des ursprünglichen Apparats nothwendig macht, habe ich in dem verbesserten Apparat gänzlich beseitigt.

Der Deckel des inneren Cylinders ist nämlich nicht an der oberen Umrandung desselben angebracht, sondern 8 Ctm. unterhalb derselben, also gerade der Wasserhöhe entsprechend. Die äussere Umkleidung des inneren Cylinders ist indess bis zur vollen Höhe von 1 Meter, wie zuvor, geblieben. Es entsteht auf diese Weise über dem Deckel des inneren Cylinders, umkleidet von dessen Mantelhülle, eine 8 Ctm. hohe, oben offene cylindrische Vertiefung, in welche bei der Luftcompression die Gewichte hineinzustellen sind.

Nunmehr ist, so wie der innere Cylinder den Boden berührt, jede Luft aus ihm entfernt, indem das Wasser bis an seinen Deckel heranreicht. Nur die geringe Luftmenge im Schlauche bleibt übrig, welche dadurch, dass man den inneren Cylinder ein wenig in die Höhe zieht und wieder herablässt, aufs gründlichste mit äusserer Luft gemischt und dadurch ventilirt werden kann.

Man kann demnach den Apparat, unmittelbar nachdem er zur Exspiration in verdünnte Luft benutzt worden ist, sofort wieder zur Inspiration comprimirter Luft verwenden, ohne einen etwa zurückgebliebenen Kohlensäurerest befürchten und deshalb zuvor erst gründlich ventiliren zu müssen.

Die beschriebenen Verbesserungen haben einige Aenderungen

in der Construction nothwendig gemacht. Ich erwähne nur die Art, wie die Schnüre am inneren Cylinder befestigt sind. Dies geschieht mittelst starker Metallstäbe, welche vom inneren Cylinder horizontal nach dem Rande des äusseren hin verlaufen; nahe ihrem Ende werden die Schnüre befestigt.

Ich habe die Metallstäbe zugleich dazu benutzt, um eine bessere Führung des inneren Cylinders bei seiner Bewegung innerhalb des äusseren zu bewirken, indem ich die Stäbe nach vorn gabelförmig endigen liess, derart dass die Gabeln die Stangen des Apparats lose umfassen. Diese Gabeln hindern zugleich das Emporschnellen des Apparats über die Klammern hinaus.

Den Mantel des äusseren Cylinders an seinem oberen Rande habe ich mit einem festen Deckel versehen lassen, wodurch die Verunreinigung des Wassers durch hineinfallenden Staub verhütet wird.

Am oberen Theile des inneren Cylinders befindet sich eine genaue Spirometerscala (vergl. das folgende Capitel).

Sodann liess ich noch an der vorderen Fläche des äusseren Cylinders eine Metallöse anbringen und einen in dieselbe hineinpassenden Flaschenhalter anfertigen, welcher zur Aufnahme der Wulf'schen Flasche, im Falle man dieselbe zur Combination mit medicamentösen Inhalationen benutzen will, dient.

Endlich trug ich — auf v. Cube's Anregung — dafür Sorge, dass der Schlauch, welcher vom inneren Cylinder zur Maske führt, und dem entsprechend auch die Röhre, an welcher er befestigt ist, ein viel weiteres Lumen erhalten, als am ursprünglichen Apparat. Der Durchmesser beträgt nunmehr ca. 2 bis 2,5 Ctm. Hierdurch wird das Ausströmen der Luft aus dem Apparat in den Respirationstractus, resp. das Einströmen aus dem letzteren in den ersteren erleichtert, es erfolgt ein schnellerer Ausgleich des Luftdrucks in beiden und somit eine grössere Sicherheit der Druck- und Zugwirkung der comprimirten resp. verdünnten Luft.

Die Untersuchungen, die ich mit dem so vervollkommneten Apparate anstellte, haben alle daran gestellten Erwartungen erfüllt, und glaube ich ihn deshalb empfehlen zu können [1]).

Selbstverständlich verliert hierdurch der ursprüngliche Apparat für diejenigen, die ihn bereits besitzen, nicht an Werth, da

---

1) Der verbesserte Apparat wird eben so wie der ursprüngliche von Windler hierselbst angefertigt.

er in seiner Brauchbarkeit und Leistungsfähigkeit dem neuen keineswegs nachsteht, und die Mängel desselben ad a. durch Vermehrung der zu verordnenden Cylinderfüllungen (4 Cylinderfüllungen des neuen Apparats entsprechen im Durchschnitt bei der gewöhnlicheu Compression und Verdünnung ungefähr 5 Füllungen des ursprünglichen Apparats; bei stärkerem Druck oder stärkerer Verdünnung steigt das Verhältniss weit wesentlicher zu Gunsten des verbesserten Apparats); ad b. durch gründliche Ventilation zu compensiren sind.

Die Belastung des neuen Apparats für die Luftcompression und Luftverdünnung ist dieselbe wie am alten, da der innere Cylinder in seinen Dimensionen nicht geändert ist. Eben so bleibt die ganze Benutzung des Apparats selbstverständlich unverändert.

Anwendung des pneumatischen Apparats als Spirometer.

Hängt man an die Schnüre des Apparats gerade so viel Gewichte, wie der innere Cylinder wiegt, also 10 Pfund, so bleibt derselbe in jeder Höhe bei offenem Hahn im Gleichgewicht, er sinkt weder, noch steigt er. Er stellt dann das vollkommenste Spirometer dar, entspricht ja übrigens unter diesen Umständen im Princip dem Hutchinson'schen Spirometer im vergrösserten Massstabe.

In dieser Weise habe ich den Apparat von Anfang an als Spirometer benutzt[1]). Einem Centimeter Cylinderhöhe entsprechen 573 Ccm. Rauminhalt, und man hat nur die Zahl der Centimeter, um welche der Cylinder steigt, mit 573 Ccm. zu multipliciren, um den Werth der vitalen Lungencapacität zu finden.

Um einerseits die Multiplication zu vermeiden, andererseits auch kleinere Werthe genau ablesen zu können, liess ich mir später eine genaue Scala anfertigen, derart, dass jeder Theilstrich derselben 100 Ccm. Rauminhalt des Cylinders entspricht[2]).

---

1) Vergl. meine ersten Arbeiten: Berliner klin. Wochenschr. No. 39. 40. 46. 47. 1873.

2) Die Scala ist so äquilibrirt, dass 4 Theilstriche à 100 Ccm. derselben 7 Mm. entsprechen. Es entsteht hierbei für die Berechnung ein so unbedeutender Fehler, dass er vollkommen zu vernachlässigen ist. Nehmen wir als Beispiel 40 Theilstriche = 4000 Ccm., so entspricht dies 7 Centimeter des Cylinders = 7 . 573 Ccm. = 4011 Ccm. Die Differenz von 11 Ccm. ist sicherlich ohne jeden Belang.

Diese Scala, bis zu 10000 Ccm. reichend, wird am oberen Theile des inneren Cylinders befestigt[1]).

Ich habe dieselbe bereits am ursprünglichen Apparat anbringen lassen und dieselbe auch auf den vervollkommneten Apparat hinübergenommen.

Zu beachten ist, dass man den inneren Cylinder genau äquilibrirt, und sollte derselbe etwas mehr oder weniger als 10 Pfund wiegen, so werden noch kleine Differenzgewichte beigegeben, um genau so viel Gewichte anhängen zu können, als der Cylinder wiegt. Am besten ist das Aufschütten von Schrotkörnern auf den Cylinder behufs genauer Aequilibrirung zu verwenden.

Will man die vitale Capacität messen, so achte man zunächst darauf, dass der innere Cylinder genau den Boden des äusseren berührt und die Scala auf Null zeigt. Besser aber noch ist es, den Cylinder, anstatt auf Null, auf eine höhere Ziffer, z. B. 1000, einzustellen und diese Zahl dann von dem Ergebniss in Abrechnung zu bringen. Dieser Modus ist deshalb vorzuziehen, weil durch das häufige Auflegen von Gewichten mit der Zeit der Deckel des Cylinders möglicherweise eine kleine Einbiegung nach unten erhalten könnte, wodurch der Rauminhalt dieses letzteren in seinem obersten Theil etwas geschmälert würde.

Sodann äquilibrire man den Cylinder durch Anhängen der bestimmten Gewichte, und zwar von gleich viel Gewichten an jede der drei Schnüre, um jede Spur von Reibung zu vermeiden. Am besten hänge man je 4 Pfund an jede Schnur, im ganzen also 12 Pfund an, und lege 2 Pfund dem Cylinder auf. Dies ist für die gewöhnlichen Fälle vollkommen genügend. Will man indess eine ganz besondere Exactität erreichen, so bediene man sich noch der Schrotkörner.

Zum Hineinblasen benutzt man entweder die Maske, oder ein Mundstück, ähnlich dem am Pneumatometer, oder am bequemsten das Endstück des Hahns selbst, welches sonst zum Aufsetzen der Maske dient[2]).

Nach Beendigung der Exspiration braucht der Hahn nicht geschlossen zu werden. Der Cylinder muss auch ohne dies in seiner Stellung unverrückt beharren.

---

1) Dieselbe kann auch nachträglich an jedem Apparat, wo es gewünscht wird, angebracht werden.

2) Ueber die Differenzen zwischen Masken- und Mundstück-Athmung vergl. oben p. 134 ff.

Pneumatische Doppel-Apparate zur alternirenden Inspiration comprimirter und Exspiration in verdünnte Luft.

Nachdem ich meine ersten Arbeiten über meinen transportablen pneumatischen Apparat und die damit angestellten Untersuchungen veröffentlicht hatte, publicirte v. Cube (in Mentone) die Beschreibung eines pneumatischen Doppelapparats, welchen er unabhängig von mir construirt hatte.

Der Apparat besteht aus zwei Abtheilungen, in deren einer die Luft comprimirt, deren anderer die Luft verdünnt wird. Er setzt also in den Stand, alternirend comprimirte Luft einzuathmen und unmittelbar darauf in verdünnte Luft zu exspiriren.

Die Compression und Verdünnung der Luft geschieht durch Benutzung von Gewichten ganz nach denselben Principien, auf welchen sich mein Apparat aufbaut. Der v. Cube'sche Apparat theilt demnach auch die hauptsächlichsten Vorzüge meines Apparats, nämlich die Constanz der Druckwirkung und die Möglichkeit einer beliebigen exacten Dosirung derselben.

Der Apparat ist indess bei weitem umfänglicher als der meinige, er ist nicht mehr transportabel, und dadurch geht er eines Vorzugs verlustig, der zu den nicht am wenigsten wesentlichen der neuen Methode gehört[1]). Mein Apparat dagegen ist gerade noch klein genug, um transportabel zu sein, und gross genug, um alle wünschenswerthen Wirkungen in vollkommenster Weise zu gestatten.

Der v. Cube'sche Apparat ist folgendermassen zusammengesetzt:

„Auf einer hölzernen starken Bodenplatte von 1,6 Meter Länge und 0,75 Meter Breite erheben sich senkrecht drei Säulen von Holz, welche 3 Meter hoch sind, unten mit eisernen Seitenstützen fest auf der Bodenplatte befestigt und oben mit einem Querriegel verbunden sind. Zwischen diesen Säulen werden die In- und Exspirationsapparate so aufgestellt, dass deren Mittelpunkte sich unter dem Querriegel befinden. Jeder dieser Apparate bildet ein Wasserreservoir und eine Glocke. Ersteres besteht aus einem unten geschlossenen Cylinder von Zinkblech von 1,5 Meter Höhe und 0,7 Meter Durchmesser, welcher zur Verstärkung äusserlich mit 3 starken eisernen Reifen umgeben ist. Derselbe würde gefüllt 577 Liter Wasser = 1154 Pfund aufnehmen. Um dieses enorme Wassergewicht zu reduciren, ist in jedem derselben ein zweiter Zinkcylinder von gleicher Höhe, aber nur 0,6 Meter Durchmesser eingesetzt, auf dem Boden des Reservoirs angenietet und wasserdicht verlöthet. Hierdurch entsteht ein ringförmiges Gefäss, dessen Wände 0,05 Meter von einander

1) Entsprechend seiner Grösse ist sicherlich auch sein Preis sehr hoch.

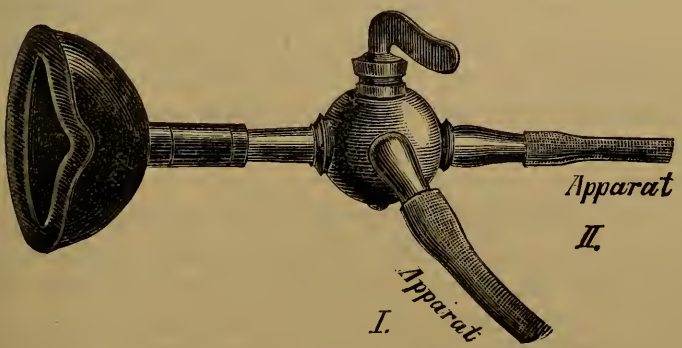
abstehen, und welches zur Füllung nur 153 Liter = 306 Pfund Wasser braucht. In diesen Ring von Wasser taucht nun der unten offene und oben geschlossene Luftcylinder, die „Glocke". Er ist ebenfalls von Zinkblech gefertigt, hat eine Höhe von 1,45 Meter bei einem Durchmesser von 0,65 Meter und ist oben mit einer Kette, welche über eine an dem Querriegel befestigte Rolle läuft, aufgehängt. Die senkrechte Auf- und Niederbewegung der Glocken ist dadurch gesichert, dass oben an den Decken derselben je 2 Leitrollen befestigt sind, welche auf Schienen laufen, die in den Holzsäulen eingelassen sind. Um die Seitenschwankungen, welche die Constanz des Druckes oder resp. Zuges nicht unwesentlich beeinträchtigen können, vollständig zu verhindern, hat ausserdem jede Glocke an dem äusserem Umfange des unteren Randes 5 kleine Messing-Leitrollen, welche an der Zinkwand des Wasserreservoirs entlang laufen. Während nun die Glocke des Exspirationsapparats bei ihrer Function einfach durch entsprechende Gegengewichte, welche an der Seite der äusseren Colonne über eine zweite an derselben befestigte Rolle herabhängen, aufgezogen und dadurch der luftverdünnte Raum erzeugt wird, ist dagegen die Glocke des Inspirationsapparates mit einer einfachen Vorrichtung zum Aufwinden desselben versehen, welche an der entgegengesetzten äusseren Seite angebracht ist. Sowohl der In- als Exspirationsapparat hat an dem Boden je 3 durch Hähne zu verschliessende eiserne Röhrenleitungen, von denen 2 durch den Boden der Reservoire mit dem inneren Luftraume communiciren, die dritte aber nur mit der Seitenwand und zum Ablassen des Wassers dient. Bei dem Inspirationsapparat führt eine der beiden Luftröhren, von 20 Mm. Durchmesser, in's Freie, während die andere, von 15 Mm. Durchmesser, zu dem sogenannten Operationstisch geht. Beim Füllen der Glocke wird der Hahn dieser letzteren Röhre geschlossen und durch den geöffneten Hahn der in's Freie führenden Röhre strömt beim Aufwinden frische Luft in dieselbe. Ist die Glocke oben angelangt, so wird der Hahn geschlossen, die Sperrklinke der Winde geöffnet, und die Luft ist zum Gebrauch comprimirt. Bei dem Exspirationsapparat führt das weitere Rohr von 20 Mm. Durchmesser in eine gut ziehende Esse (Kamin, Ofen oder auch in's Freie), in welche die Producte der Exhalation abgeführt werden. Dass dabei die aussen an der Kette hängenden Gewichte abgenommen werden, wodurch die Glocke vermittelst eigenen Gewichtes in's Wasser einsinkt, und dass während dessen der zum Operationstisch führende zweite Hahn geschlossen bleibt, versteht sich von selbst, eben so dass, nachdem die Glocke bis zum Boden eingesunken, der zur Esse führende Hahn wieder geschlossen und die Gewichte wieder an die Kette gehängt werden, wodurch sofort das Vacuum erzeugt wird. Von den zum Operationstisch führenden Röhren geht die vom Inspirationsapparat kommende zuerst durch eine grosse Wulf'sche Flasche, in welcher man für resp. Fälle die einzuathmende Luft mit Wasserdämpfen, Gasen oder flüchtigen Stoffen schwängern kann, und welche einfach leer bleibt, wenn nur mit reiner Luft operirt werden soll, und läuft dann mit der vom Exspirationsapparat kommenden Röhre in einen gemeinschaftlichen Hahn zusammen; vorher jedoch haben beide Röhren noch Abzweigungen und zwar zu Manometern, die aus circa 40 Ctm. hohen, Vförmig gebogenen Glasröhren bestehen, mit Centimeter-Eintheilung, und welche bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt sind. Der in einem Gestelle auf dem Operationstisch

befestigte gemeinschaftliche Hahn ist so eingerichtet, dass durch eine Viertelumdrehung die Auslassöffnung desselben abwechselnd mit dem einen oder dem anderen Rohre communicirt. Indem nun die Auslassöffnung durch ein flexibles Rohr mit der Gesichtsmaske oder einem einfachen Mundstücke von Glas oder Elfenbein verbunden ist, kann Patient nach vollendeter Inspiration durch die Viertelumdrehung des Hahns sofort die Exspiration stattfinden lassen, oder durch die Viertelumdrehung nach entgegengesetzter Richtung den Zufluss der Luft bis zum nächsten Athemzuge einfach absperren. Auf gleiche Weise kann, wie sich von selbst versteht, auch die Exspiration einseitig vorgenommen werden."

Die Oberfläche einer jeden Glocke beträgt 3316 Quadrat-Centimeter. Hiernach berechnet sich die Grösse des Gewichts, welche zur Luftcompression oder Luftverdünnung nothwendig ist. Die Glocke selbst hat ein Gewicht von ca. $66^1/_3$ Pfund, welches gerade dem Druck von $^1/_{100}$ Atmosphäre entspricht. v. Cube liess nun noch Bleiplatten von je $6^2/_3$ Pfund Gewicht giessen, welche auf die Glocken aufzulegen sind, um nach Belieben eine stärkere Compression zu erzielen. Jede Bleiplatte entspricht dem Gewicht von $^1/_{1000}$ Atmosphärendruck. Es lässt sich demnach genau berechnen, wie viele Platten man aufzulegen hat, um eine gewünschte Druckwirkung zu erzielen. — Zur Luftverdünnung werden die gleichen Gewichte plus dem Gewicht der Glocken angehängt.

Einen Vorzug soll der v. Cube'sche Apparat vor dem meinigen besitzen, nämlich den, dass er ermöglicht, bei einem jeden Athemzuge comprimirte Luft zu inspiriren und in verdünnte Luft zu exspiriren. Ob diese Methode in Wirklichkeit Vorzüge hat, werden wir an einer späteren Stelle, wenn wir die physiologischen Wirkungen erörtern, prüfen. Hier sei nur erwähnt, dass sich das gleiche Verfahren auf die einfachste Weise auch mit meinen Apparaten ausführen lässt, wenn man zwei derselben neben einander stellt und die Schläuche derselben durch eine passende Hahnvorrichtung mit einander verbindet.

Fig. 6.



Der Hahn, den ich zu diesem Zwecke anfertigen liess, ist derselbe, der dem einfachen pneumatischen Apparat zugehört, nur

mit dem Unterschiede, dass an der Oeffnung, welche mit der atmosphärischen Luft communicirt, ein röhrenförmiger Zapfen eingefügt ist, an welchen der Schlauch des zweiten Apparats befestigt wird.

Je nach der Stellung des Hahns communicirt die Maske entweder mit dem einen Apparat, in welchem die Luft comprimirt, oder mit dem anderen, in welchem die Luft verdünnt ist. Steht der Hebel des Hahns gerade in der Mitte, so schliesst er beide Apparate luftdicht ab.

Wir haben hier also eine noch durchaus transportable Vorrichtung. Jeder der beiden Apparate kann selbstverständlich auch für sich allein nach Belieben für verdünnte und comprimirte Luft gebraucht werden; selbst der Hahn ist, wenn man den Zapfen mit der äusseren Luft frei communiciren lässt, für den einfachen Apparat brauchbar. Will man dann dazwischen die andere, dem Doppelapparat zugehörige Methode anwenden, so hat man zu diesem Zwecke nur die Schläuche beider Apparate an denselben Hahn zu bringen, und man ist mit der ganzen Vorrichtung fertig.

Ich habe mit dieser Methode physiologische und therapeutische Versuche angestellt, auf deren Resultate ich später zurückkomme.

Benutzung der comprimirten oder der verdünnten Luft gleichzeitig zur Inspiration und Exspiration.

Man kann zwei mit einander in der oben beschriebenen Weise verbundene Apparate auch in der Art benutzen, dass man entweder in beiden die Luft comprimirt und abwechselnd aus dem einen Apparat die comprimirte Luft inspiriren und sodann in die comprimirte Luft des anderen hinein exspiriren lässt; oder dass man umgekehrt die Luft in beiden Apparaten verdünnt und sowohl verdünnte Luft inspiriren als auch in verdünnte Luft exspiriren lässt.

Nach meinen später mitzutheilenden physiologischen Untersuchungen liessen sich von diesen Methoden sehr bedeutende Druckwirkungen auf das Herz und die Blutcirculation erwarten. Therapeutisch habe ich dieselben indess noch nicht geprüft.

Auch an einem einzigen Apparat lassen sich diese letzteren Methoden in modificirter Form ausführen.

Sorgt man nämlich dafür, dass einerseits der Cylinder eine genügende Menge Sauerstoff enthält, andererseits die Kohlensäure der Exspirationsluft beseitigt wird, so kann man bei fest anschliessender Maske und stets offenem Hahn sei es comprimirte, sei es verdünnte Luft inspiriren und sodann in dieselbe sofort exspiriren lassen.

Zu diesem Zwecke hat man zunächst den Cylinder zu einem grossen Theile mit Sauerstoff zu füllen. Dies geschieht in der Weise, dass man den Cylinder wie zur Spirometrie durch Anhängen von Gewichten äquilibrirt und sodann den Schlauch des Apparats mit dem Gasentwicklungsmechanismus oder mit dem Sauerstoffbehälter derart in Verbindung bringt, dass das Gas in den Cylinder einströmt. Hat man den Cylinder ungefähr zur Hälfte mit Sauerstoff gefüllt, so lässt man noch weiter frische Luft hinzu, und comprimirt resp. verdünnt dann in dem beabsichtigten Grade.

Die Entziehung der Kohlensäure ihrerseits lässt sich derart bewerkstelligen, dass man zwischen Schlauch und Apparat oder zwischen Schlauch und Hahn eine Glasröhre einschaltet, welche mit Kali causticum oder gelöschtem Kalk gefüllt ist.

Die Luftcompression oder Luftverdünnung dürfte in diesen Fällen nur in sehr geringem Grade ausgeführt werden, ungefähr derart, wie es oben für die Inspiration verdünnter Luft und für die Exspiration in comprimirte Luft angegeben ist.

Dies Verfahren könnte in solchen Fällen versucht werden, in welchen man die Druckwirkungen der comprimirten und der verdünnten Luft erhalten will, ohne dass der Kranke im Stande ist, seine Ein- und Ausathmung methodisch zu reguliren. Dies wäre besonders der Fall bei Kindern oder bei somnolenten Personen.

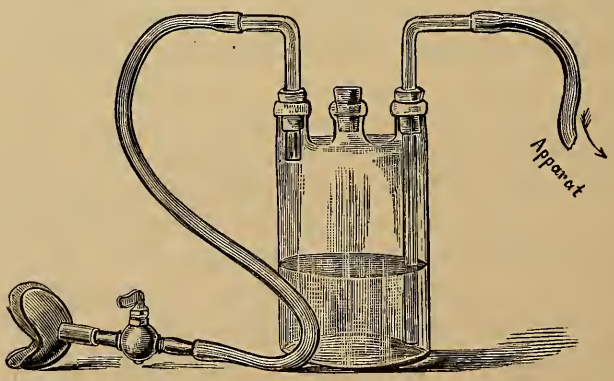
In praxi habe ich diese Methode noch nicht ausgeübt. Jedenfalls wird bei diesen Versuchen grosse Vorsicht anzuwenden sein. Man wird durch dieselbe wahrscheinlich zunächst forcirte Athembewegungen hervorrufen, um den Widerstand für die Exspiration bei Anwendung der comprimirten Luft, den Widerstand für die Inspiration bei Anwendung der verdünnten Luft zu überwinden. Wahrscheinlich wird je nach der Anwendung auf diese Weise willkürlich bald mehr eine exspiratorische, bald mehr inspiratorische Dyspnoë mit den Druck- oder Zugwirkungen auf das Herz erzeugt werden können.

Verbindung der Luftcompression mit medicamentösen Inhalationen und Erwärmung der comprimirten Luft.

Schon Hauke wollte mit der Inspiration comprimirter Luft unter Umständen Inhalationen von warmen Wasserdämpfen combiniren, indem er zu diesem Zwecke empfiehlt, seinen Apparat unmittelbar vor dem Gebrauch mit heissem Wasser zu füllen. v. Cube ging einen Schritt weiter: Er setzt seinen Apparat mit einer Wulf'schen Flasche in Verbindung und füllt in dieselbe je nach den Indicationen eine wirksame flüchtige Stoffe enthaltende Flüssigkeit. Die comprimirte Luft muss, ehe sie eingeathmet wird, die Flüssigkeit der Wulf'schen Flasche passiren und sich demgemäss mit den flüchtigen Stoffen imprägniren.

Eine solche Vorrichtung lässt sich selbstverständlich auch mit meinem Apparate combiniren, indem die Wulf'sche Flasche

Fig. 7.



zwischen Schlauch und Hahn eingeschaltet wird. In meinem verbesserten Apparate habe ich einen besonderen Flaschenhalter zu diesem Zwecke anbringen lassen.

Eine andere Frage ist es, ob wir von dieser Combination der Inhalationen mit der mechanischen Wirkung der comprimirten Luft wesentliche Vortheile erwarten dürfen.

Dománski (in Krakau), welcher die Methode von neuem empfiehlt, macht hauptsächlich darauf aufmerksam, dass durch Zuhülfenahme der comprimirten Luft die flüchtigen Medicamente mit

ganz besonderer Intensität und deshalb reichlicher und tiefer in den Respirationstractus eingeführt werden, als bei gewöhnlicher Inhalation. Gegen diese Argumentation lässt sich kaum etwas einwenden; denn wenn es auch erwiesen ist, dass bei jeder einfachen Inhalation, sobald dieselbe nur tief genug und mit den nothwendigen Cautelen ausgeführt wird, das Medicament bis in die Lungenalveolen eindringt, so ist doch nicht zu leugnen, dass wenn die Einführung unter einem erhöhten Drucke geschieht, auch eine grössere Menge des Medicaments auf mechanischem Wege bis tief in die Alveolen zugeleitet werden muss.

Diese Methode verdient deshalb entschieden, weiter geprüft zu werden.

Ich selbst habe sie erst spät auszuüben begonnen. Bis dahin hatte ich mich stets damit begnügt, wo ich Inhalationen neben der comprimirten Luft indicirt fand, erstere aus den gewöhnlichen Inhalationsapparaten gesondert vornehmen zu lassen. — Ich that dies, um zunächst möglichst reine Resultate über die Wirkung der Luftcompression an sich zu gewinnen, und behielt mir weitergehende Untersuchungen für später vor.

Von Medicamenten, deren Inhalation mit der Inspiration comprimirter Luft zu combiniren ist, verdienen am meisten Berücksichtigung; das Oleum Terebinthinae und die Carbolsäure in spirituöser Lösung. Ferner lassen sich alle diejenigen Medicamente, welche zur Dampf- oder Dunstinhalation bereits angewendet worden sind, auch hier verwerthen; ich nenne nur Jod, Aqua Chlori, ätherische Oele u. s. w., und verweise im übrigen in dieser Beziehung auf mein Werk über respiratorische Therapie und zwar auf den zweiten Theil desselben, betreffend die Inhalationen der Dämpfe und Gase.

Zu bemerken ist, dass die die flüchtigen Stoffe enthaltenden, in die Wulf'sche Flasche zu füllenden Flüssigkeiten relativ sehr verdünnt werden angewendet werden müssen.

Durch Zusatz von 3—5 Tropfen Ol. Terebinthinae oder eben so viel einer concentrirten Carbolsäure - Solution (1 : 5) habe ich bereits sehr intensive medicamentöse Wirkung beobachtet. Schon beim Zusatz so weniger Tropfen zum Wasser riecht die ausströmende comprimirte Luft höchst intensiv nach dem Medicament. Dománski lässt, anstatt die Wulf'sche Flasche mit Wasser zu füllen, Watte hineinlegen und darauf das Medicament giessen,

Uebrigens möchte ich die Methode als sehr brauchbar empfehlen, um warme, mit Wasserdunst geschwängerte Luft in comprimirtem Zustand einathmen zu lassen. Man hat dann nur die Wulf'sche Flasche mit warmem oder heissem Wasser zu füllen und die Luft durchstreichen zu lassen, oder wenn man will, kann man sich eine Vorrichtung machen, um eine Spiritusflamme unter die Wulf'sche Flasche zu stellen, so dass das Wasser heiss erhalten wird.

Diese letztere Vorrichtung ist indess nicht nothwendig; denn nach meinen Versuchen genügt das erstere, einfachere Verfahren vollständig. Füllte ich die Wulf'sche Flasche zu etwa einem drittel mit Wasser von 50—60° Cels., so war die zur Maske ausströmende Luft, mit dem Thermometer gemessen, nur um wenige Grad kühler als das Wasser (5—15° kühler, je nach der Lufttemperatur), dabei stark mit Wasserdampf gesättigt. Freilich kühlte sich allmälig das Wasser sowohl wie die durchstreichende Luft ab, aber nur so langsam, dass eine einzige Füllung der Wulf'schen Flasche zur Erwärmung mehrerer Cylinder comprimirter Luft ausreichte. Durch öfteres Einfüllen neuen Wassers in Fällen, in welchen die Einathmung comprimirter Luft eine längere Zeitdauer in Anspruch nimmt, kann man die Temperatnr fortwährend warm, und sogar nur in geringen Grenzen schwankend erhalten. Will man eine intensive Wärme anwenden, so benutze man Wasser von ca. 50° C.; will man sie nur leicht erwärmen, eine entsprechend niedrigere Temperatur.

Wir haben in diesem Verfahren zugleich ein Mittel, selbst im Winter frische Luft von der Strasse — wenn die Zimmerluft nicht rein genug ist — in den Apparat zu leiten und die kalte Luft vor der Einathmung zu erwärmen.

Ob die Anwendung der feuchten Wärme in vielen Krankheitszuständen empfehlenswerth sein wird, darüber erlaube ich mir noch kein definitives Urtheil, da meine Erfahrungen in dieser Beziehung noch nicht ausreichen. Bei heftigen Bronchialkatarrhen und bei manchen Phthisikern schien mir die Methode entschieden nützlich.

Cron empfiehlt in letzter Zeit besonders warme Salmiaklösungen bei Bronchialkatarrhen in der angegebenen Weise zur Anwendung und verbindet dann mit diesen Inhalationen die Exspiration in verdünnte Luft.

Man vergesse übrigens nicht, dass durch Einschalten der Wulf'schen Flasche Druckkraft verloren geht und zwar der Höhe der Wassersäule entsprechend, in welche die lange Glasröhre der Flasche eintaucht. Da ungefähr 1000 Ctm. Wasserdruck dem Druck einer Atmosphäre oder 1200 Pfund Druckkraft am Apparat entsprechen, so hält eine Wassersäule von 5 Ctm. ungefähr 6 Pfund am Apparate das Gleichgewicht. In diesem Verhältniss muss deshalb bei Anwendung der Wulf'schen Flasche die Zahl der aufgelegten Gewichte vermehrt werden. Taucht beispielsweise die lange Röhre der Flasche 5 Ctm. in das Wasser ein, so müssen, um den Widerstand zu paralysiren, 6 Pfund mehr auf den Apparat aufgelegt werden. Wendet man zudem noch erwärmtes Wasser an, um der durchstreichenden Luft eine höhere Temperatur zu geben, so müssen die Gewichte noch weiter erhöht werden; denn die Wärme expandirt die comprimirte Luft und raubt ihr Druckkraft und zwar um so mehr, auf einen je höheren Temperaturgrad sie gebracht wird.

Will man den pneumatischen Apparat zu Gas-Inhalationen verwerthen, z. B. zur Inhalation von Sauerstoffgas, so hat man in der oben beschriebenen Weise das betreffende Gas in den Cylinder hineinzuleiten und kann sodann dasselbe pure oder in beliebiger Verdünnung mit atmosphärischer Luft unter einem beliebigen Drucke einathmen lassen. Auch Stickstoff-Inhalationen resp. Einathmungen sauerstoffarmer Luft lassen sich in dieser Weise ausführen. Man erhält dann die mechanischen Druckwirkungen des pneumatischen Apparats auf die Respirations- und Circulationsorgane, combinirt mit der Wirkung der abnormen Gasmischung.

In der That hat bereits Brügelmann den Sauerstoff in der angegebenen Weise mit Zuhülfenahme meines pneumatischen Apparats zu Inhalationen verwendet, und Treutler benutzte den Weil'schen Doppelapparat für seine Stickstoffinhalationen, wobei er jedoch von der Luftcompression keinen Gebrauch machte.

Massregeln zur Verhütung der Ansteckung.

Als erste Massregel, um directe Contagion durch Contact zu verhüten, habe ich bereits oben erwähnt, dass möglichst ein jeder Patient seine eigene Maske benutze. Wo es sich um arme Patienten

handelt, dürfen nur diejenigen eine gemeinsame Maske gebrauchen, die nichts contagiöses an sich haben.

Nun kann es Fälle geben, in welchen von der exhalirten Luft, die möglicherweise Secretpartikelchen mit sich führen könnte, eine Ansteckung zu befürchten wäre.

Eine Ansteckung wäre aber nur dann überhaupt denkbar, wenn der in seiner Mund- und Rachenhöhle oder in dem Respirationstractus Contagien enthaltende Kranke den Apparat nicht zur Inspiration, sondern zur Exspiration benutzte, und unmittelbar nachher, ohne dass der Apparat vorher genügend gereinigt ist, ein anderer aus demselben Luft inspirirte.

Am zweckmässigsten ist es nun, und ich habe diesen Grundsatz bisher ausnahmslos durchgeführt, niemals solche Kranke, bei denen eine Contagion auch nur im entferntesten zu befürchten wäre, z. B. Syphilitische oder Diphtheritische, einen Apparat gemeinsam mit anderen zur Exspiration gebrauchen zu lassen. Die Fälle gehören auch zu den grössten Seltenheiten, wo man absolut dies nicht umgehen könnte.

Ist der Arzt trotzdem einmal in der Lage, seinen Apparat für solche Kranke hergeben zu müssen, so wird er nur nach der scrupulösesten Reinigung und sorgfältigsten Ventilation desselben — durch gänzliches Herausnehmen des inneren Cylinders, Einfüllen von frischem Wasser etc. — ihn wieder für andere Kranke benutzen dürfen.

Dasselbe gilt für Kranke mit fötidem Athem oder mit putriden Secreten. Auch diese lasse man, wenn irgend zu umgehen, keinen Apparat gemeinsam mit anderen gebrauchen, und am wenigsten überlasse man ihn solchen Kranken zur Exspiration in verdünnte Luft. Ist dies nicht zu umgehen, so ist auch hier die sorgfältigste Reinigung und vollständigste Ventilation nach dem Gebrauch nothwendig.

Man wird, vielleicht nicht ganz ohne Grund, auch von Phthisikern in manchen Fällen eine Contagion befürchten. Diese Befürchtung ist aber schon deshalb grundlos, weil, wie ich wenigstens bisher festhielt, die Phthisiker den Apparat meist nur zur Inspiration und nur ausnahmsweise einmal zur Exspiration benutzen. In diesem letzteren Falle muss gleichfalls eine genügende Ventilation des Apparats auf den Gebrauch folgen.

Zu umgehen ist übrigens das häufige Reinigen und Ventiliren

des Apparats, ebenso das nicht Zulassen solcher Kranken, welche eine Contagion befürchten lassen, wenn man statt eines zwei Apparate vorräthig hält, und den einen ausschliesslich zur Inspiration, den anderen zur Exspiration benutzt. Nothwendig ist indess das Anschaffen zweier Apparate aus dieser Ursache allein durchaus nicht, wenn nicht sonst eine zahlreiche Frequenz der Kranken und das Erwünschtsein von Zeitersparniss es erforderlich macht.

Es giebt endlich noch eine andere Vorrichtung, welche eine Contagion hintanzuhalten vermag, das ist die Einschaltung der Wulf'schen Flasche, derselben, die oben für medicamentöse Inhalationen erwähnt ist, die aber dann in umgekehrter Richtung einzufügen ist. Füllt man dieselbe mit einer concentrirten Carbolsäurelösung oder mit Aqua Chlori und lässt dann in verdünnte Luft exspiriren, so muss die Athemluft diese Lösung passiren, ehe sie in den Apparat aspirirt wird, sie wird demnach auf dem Wege desinficirt. Freilich muss dann der Apparat wieder nach dem Gebrauch stark ventilirt werden, ehe ein anderer daraus die mit Dünsten von Carbolsäure oder Chlor geschwängerte Luft inspiriren darf. Bei Foetor ex ore wird eine Lösung von Kali hypermanganicum vorzuziehen sein, weil diese keine flüchtigen Stoffe entwickelt.

Auch ein Wattetampon in einem Röhrchen, wie es oben zur Aufnahme von Kali causticum oder gelöschtem Kalk behufs Aufsaugen der Kohlensäure beschrieben ist, kann zwischen Hahn und Schlauch eingeschaltet, oder ein Stückchen Watte direct in den Zapfen der Röhre hineingelegt werden, um als desinficiens zum Zurückhalten etwaiger kleiner geformter Elemente zu dienen.

All dies eben gesagte findet einzig und allein Anwendung auf den pneumatischen Apparat in seiner ursprünglichen Form.

Bei meinem verbesserten Apparat dagegen wird die Luft vollständig aus dem Cylinder entfernt, also ist Contagion durch dieselbe überhaupt nicht zu besorgen. Durch Einfüllen frischen Wassers und Anbringen eines neuen Schlauchs wird die Möglichkeit jeder Contagion überhaupt ausgeschlossen.

Apparate anderer Autoren.

Meine Veröffentlichungen riefen sehr bald bei vielen das Bestreben hervor, sei es die vorhandenen Apparate zu modificiren,

sei es neue zu schaffen. Ob und in wie weit Verbesserungen damit erzielt wurden, das möge der Leser selbst an der Hand der Thatsachen, welche ich in folgendem zusammenstelle, beurtheilen.

Zunächst ist eine Modification meines Apparats durch Schnitzler zu erwähnen.

Schnitzler's „Respirationsapparat" entspricht in allen wesentlichen Stücken meinem transportablen pneumatischen Apparat, von dem er sich nur in Nebensächlichkeiten unterscheidet.

Während mein Apparat 100 Ctm. hoch ist und 30 Ctm. im Durchmesser hat, ist der Schnitzler'sche 120 Ctm. hoch und hat 28 Ctm. im Durchmesser. Während an meinem Apparate der zur Maske führende Schlauch vom Deckel des inneren Cylinders ausgeht, wird er in dem Schnitzler'schen in derselben Weise wie beim Hutchinson'schen Spirometer am unteren Theile des äusseren Cylinders so angebracht, dass von hier aus eine zweifach gebogene Röhre in den inneren Cylinder hineinragt. Die Vorrichtung, welche ich meinem Apparate gegeben, damit der Cylinder beim Auf- und Absteigen nicht dauernden Schwankungen ausgesetzt sei, ist bei Schnitzler derart umgeändert, dass Leitstangen in Leitschienen, ähnlich wie beim Hutchinson'schen Spirometer, sich bewegen. Eine andere Modification besteht darin, dass zur Compression der Luft nicht Gewichte auf den inneren Cylinder aufgelegt werden, sondern wie zur Luftverdünnung an den Schnüren aufgehängt bleiben, um durch eine besondere sinnreiche Vorkehrung mittelst von unten angebrachter Rollen in umgekehrter Richtung auf den inneren Cylinder, d. h. ihn herabziehend zu wirken. Endlich ist der äussere Cylinder oben ausgeschweift, um Ueberfliessen des Wassers bei der Compression zu verhüten.

So weit wird schwerlich jemand einen wesentlichen Unterschied zwischen meinem und dem Schnitzler'schen Apparat entdecken können.

Schnitzler vindicirt jedoch seinem Apparat noch besondere Vorzüge. Er glaubt, durch Verbindung seines Apparats „mit einer Vorrichtung zur Bestimmung der ausgeathmeten Kohlensäure und andererseits durch die Möglichkeit der Zuleitung von Sauerstoff und anderen Gasen demselben eine für wissenschaftliche und therapeutische Zwecke gleich wichtige weitere Vervollkommnung gegeben zu haben."

Mir ist es nicht erfindlich, weshalb Schnitzler annahm, eine Vorrichtung zur chemischen Bestimmung der ausgeathmeten Kohlensäure liesse sich nicht in ebenso einfacher Weise auch mit meinem Apparat combiniren. Bereits lange vor der Publication des Schnitzler'schen Aufsatzes habe ich in einer meiner Arbeiten die oben von mir beschriebene Vorrichtung zum Aufsaugen der

ausgeathmeten Kohlensäure erwähnt. Zu wissenschaftlichen Untersuchungen der Quantität der ausgeathmeten Kohlensäure oder auch des ausgeathmeten Wasserdunstes wird man selbstverständlich statt dessen die den Chemikern und Physiologen wohlbekannten Röhrenvorrichtungen zwischen Schlauch und Hahn meines Apparats einschalten können. Ebenso lassen sich selbstverständlich beliebige Gase in meinen Apparat nicht weniger bequem hineinleiten, wie in den von Schnitzler modificirten Apparat; das nähere ist oben bereits angegeben.

Noch einen Vorzug schreibt Schnitzler seinem Respirations-Apparat zu, nämlich den, dass er durch Anhängen eines Aequlibrir-Gewichtes auch als Spirometer dienen kann. Dass ich meinen pneumatischen Apparat auch als Spirometer benutze, habe ich bereits in meiner ersten Publication ausdrücklich erwähnt und über die Art und Weise oben das nähere ausgeführt. Also eine Vervollkommnung ist auch hierin nicht enthalten.

Uebrigens will ich trotzdem nicht verschweigen, dass in einer Beziehung, nämlich für die Berechnung des Rauminhalts des inneren Cylinders, der Schnitzler'sche Apparat vor dem meinigen einen Vortheil gewährt, nämlich den, dass die Zahlen abgerundeter sind. Im Schnitzler'schen Apparat beträgt 1 Ctm. Cylinderhöhe ungefähr 500 Ccm., eine Zahl, die für die Rechnung bequemer ist, als 573 Ccm. meines Apparats. Wenn ich die Durchmesser-Dimensionen des S.'schen Apparats für den meinigen adoptiren würde, könnte ich dasselbe erreichen; aber der Apparat würde dadurch an Rauminhalt verlieren oder müsste zur Ausgleichung dafür höher gemacht werden — was die bereits früher erwähnten Uebelstände darbieten würde.

Wir sehen demnach, dass der Schnitzler'sche Apparat nicht nur auf demselben Princip wie der meinige beruht, sondern überhaupt nur als eine unwesentliche Modification des meinigen anzusehen ist. Dass er in der Wirkung auch vollkommen dasselbe leistet und dieselben Vorzüge besitzt, ist von vornherein ersichtlich.

Leider habe ich jedoch noch diesen Ausspruch wesentlich zu modificiren. Schnitzler brachte nämlich eine Veränderung an, die er für eine Verbesserung zu halten scheint, die ich aber nur als einen unheilvollen Rückschritt zu betrachten vermag. Er ersetzt nämlich die Maske durch ein in den Mund zu nehmendes Mundstück.

Wie wir später sehen werden, besteht nämlich eine der wesentlichsten Wirkungen der comprimirten und verdünnten Luft in einem Druck-Effect, sei es in Vermehrung, sei es in Verminderung des

auf den Lungen lastenden Luftdrucks. Diese Druckwirkung kommt vollkommen zu stande, wenn der Kranke unter der Maske mit offenem Munde athmet. Dasselbe ist nicht mit derselben Sicherheit und in demselben Grade der Fall, wenn der Kranke mit geschlossenem Munde und durch ein Mundstück athmet. Es ist zur Genüge bekannt, und bei der Pneumatometrie hatten wir Gelegenheit, uns noch ganz besonders davon zu überzeugen, dass wir in unserer Mundhöhle einen trefflichen Druck- und Zugmechanismus besitzen, welcher wohl im Stande ist, von aussen einwirkende Druckwirkungen zu modificiren oder selbst zu vernichten. Athmet beispielsweise jemand durch ein Mundstück comprimirte Luft ein, so kann er den Anprall derselben und den dadurch bewirkten Ueberdruck dadurch aufheben, dass er seinen Isthmus glosso-palatinus sehr eng macht und in einer bestimmten Zeiteinheit nur so wenig Luft in die Respirationsorgane durchlässt, als es ihm gerade bequem ist. Die Druckwirkung ist dann verloren.

Dieser das Wesen der Sache berührende Uebelstand wird hauptsächlich dann zur Geltung kommen, wo auf die Druckwirkung gerade das hauptsächlichste Gewicht zu legen ist, nämlich bei der Behandlung der Herzkrankheiten. Es ist gar nicht zu verwundern, dass Schnitzler bei Herzkranken bisher wenig Erfolg erzielt hat, wenn er statt der Maske das Mundstück in Anwendung gezogen hat.

Eben so ist es unmöglich, dass Schnitzler in exacter Weise meine physiologischen Versuche über die Wirkung der comprimirten und verdünnten Luft auf das Herz und den Circulationsapparat hat prüfen und zu brauchbaren Resultaten hat gelangen können. Erste Bedingung zur Erlangung exacter Ergebnisse ist Beseitigung des Mundstücks. Die evidentesten Beweise hierfür habe ich oben (p. 149) bei Gelegenheit der Bestimmung der Residualluft gegeben.

Schnitzler will deshalb die Masken beseitigen, weil er behauptet, dieselben schliessen nicht luftdicht. Ich habe es bereits ausdrücklich hervorgehoben, dass die genau nach meiner Angabe angefertigten Masken — mit wenigen Ausnahmen — aufs vollkommenste luftdicht schliessen. Besonders habe ich mich dagegen zu verwahren, als ob bei den von mir mitgetheilten Untersuchungen irgend welche Fehler in den Zahlen durch mangelhaften Schluss der Maske verursacht sein könnten. Vor der jedesmaligen Untersuchung habe ich mich stets von dem untadelhaften Schluss der

Maske überzeugt; diesen zu prüfen, ist ja, wie wir sahen, ausserordentlich leicht.

Ich kann hiernach also dem Schnitzler'schen Apparate nur dann eine dem meinen vollkommen gleiche Wirkung zusprechen, wenn S. die Mundstücke beseitigt und an Stelle derselben meine Maskenvorrichtungen setzt.

Modificationen meines Apparats lassen sich übrigens in unbegrenzter Zahl herstellen. Man braucht nur die Höhen- und Durchmesser-Dimensionen zu ändern. Man könnte auch statt der Cylinder vier- oder mehrkantige Gefässe anbringen, die Zahl der Leitstangen vermehren oder vermindern u. s. f. Auch liesse sich — ähnlich wie im v. Cube'schen Apparat — der äussere Cylinder in ein Gefäss mit äusserem und innerem Cylindermantel verwandeln, um weniger Wasser zum Einfüllen nöthig zu haben. Solche Aenderungen sind zahllose möglich. Ob dadurch aber der Apparat vervollkommnet wird, scheint mir mehr als zweifelhaft.

Eine solche Modification ist der von Tobold beschriebene und mit seinem Namen versehene pneumatische Apparat. Derselbe ist nichts anderes als mein Apparat in verkleinertem Massstabe mit einigen bereits von Schnitzler ausgeführten Modificationen und mit Hinweglassung aller zu wissenschaftlichen Untersuchungen nothwendigen Requisite, wie des Manometers und sogar der Centimeterscalen. (Später wurden dieselben wieder angebracht, da ihr Mangel wohl allzu fühlbar geworden war.) Selbstverständlich stellt er sich hierdurch wesentlich wohlfeiler als mein Apparat. Dafür fasst er auch zur Benutzung sowohl der comprimirten wie der verdünnten Luft weniger als die Hälfte meines Apparats und ist dadurch für den praktischen Gebrauch unzureichend so wie zu wissenschaftlichen Beobachtungen vollends unbrauchbar. Tobold beschreibt noch eine neue Vorrichtung, die mit dem pneumatischen Apparat zu verbinden ist und den Zweck hat, die comprimirte Luft vor der Einathmung zu erwärmen. Sie besteht aus einem Gefäss, welches mit Wasser zu füllen ist, und in welchem sich ein schneckenartig gewundener Behälter befindet, dessen Enden zwischen Apparat und Hahn durch Verbindungsschläuche einzuschalten sind. Durch Erwärmung des Wassers wird auch die durch die Schnecke streichende Luft erwärmt. Ich habe oben (p. 216) gezeigt, dass sich dieser Zweck sehr einfach durch Einschaltung einer Wulf'schen Flasche erreichen lässt.

Eine andere Modification meines Apparats, die sich mit anerkennenswerther Wahrheitsliebe auch nur als eine solche einführt, ist von Weil beschrieben. Dieselbe enthält in der That eine neue sinnreiche Idee. Anstatt eines grossen cylindrischen Apparats benutzt Weil zwei kleine an einander befestigte Apparate, deren äussere Cylinder unten mit einander communiciren. Die inneren Cylinder beider Apparate sind durch eine Schnur, welche, über zwei Rollen laufend, an den Centren beider Deckel befestigt ist,

mit einander verbunden. Wird nun der eine Apparat, nachdem er aus dem Wasser gehoben ist, mit Gewichten belastet, so wird die Luft in ihm comprimirt, und in dem gleichen Masse, wie er bei offenem Hahn niedersinkt, zieht er den Cylinder des zweiten Apparats in die Höhe, die Luft desselben in gleichem Verhältniss verdünnend. Ist der erste Cylinder am Boden angelangt, so ist der zweite bis zu seiner grössten Höhe emporgehoben und mit frischer Luft gefüllt. Man braucht dann nur die Gewichte von dem ersten Cylinder hinweg und auf den zweiten aufzulegen, und dasselbe Spiel beginnt von neuem, nur dass dann die Luft im zweiten comprimirt, im ersten verdünnt ist. Man kann auf diese Weise sei es die verdünnte sei es die comprimirte Luft zur Inspiration oder Exspiration benutzen. Eine geeignete Hahnvorrichtung verbindet die Schläuche beider Apparate.

Der einzige Vorzug, den dieser Apparat vor dem meinen beansprucht, ist grössere Bequemlichkeit und Zeitgewinn, indem nach Verbrauch einer Cylinderfüllung man nicht nöthig hat, die Gewichte aufzulegen oder abzunehmen, um den Cylinder von neuem zu leeren oder zu füllen. Ich muss nun aber gestehen, dass ich diese Manipulation niemals als einen Zeitverlust empfunden, sondern sie umgekehrt stets als eine erwünschte Gelegenheit zur unfreiwilligen Pause, die ich für gewöhnlich noch viel länger auszudehnen rieth, betrachtet habe. Ich würde es für sehr fehlerhaft halten, den Gebrauch der comprimirten oder den der verdünnten Luft ohne Pausen und ohne Rast vornehmen zu lassen und dabei auf Zeitersparniss einen Nachdruck zu legen. Mehrfach zu pausiren, erachte ich vielmehr für eine Nothwendigkeit. Was nun andererseits die Bequemlichkeit in dem Auflegen und Abnehmen der Gewichte betrifft, so möchte der Unterschied zwischen meinem Apparat und dem Weil'schen kaum erheblich sein, da bei diesem letzteren, weil jeder Cylinder kleiner ist, das Umlegen der Gewichte desto häufiger ausgeführt werden muss.

Ich habe nun aber bei dem Weil'schen Apparat ein Bedenken, welches freilich nur theoretischer Erwägung entsprungen ist, und von dem ich nicht weiss, ob es in praxi sich bestätigt. Ich fürchte nämlich, dass durch die einseitige Belastung und durch das Laufen der Schnur über zwei Rollen (diese Uebelstände habe ich nämlich in praxi bei den ersten Versuchen zur Construction meines Apparats genugsam kennen gelernt) eine zu grosse Reibung sowie eine unsichere Führung beim Auf- und Absteigen des Cylinders bewirkt werden, und dass durch die starke Reibung ein grosser Theil der Druck- und

Zugwirkung verloren gehen könnte. Die Erfahrung muss lehren, ob diese Mängel bestehen oder nicht, und im ersteren Falle, ob sie zu beseitigen sind.

Der Weil'sche Apparat gestattet ferner alternirende Inspiration comprimirter und Exspiration in verdünnte Luft. Hierbei sind jedoch zwei bedeutende Nachtheile vorhanden. Erstens geht für jeden Cylinder die Hälfte des schon an sich kleinen Luftraumes vollkommen verloren, weil während aus dem einen Cylinder comprimirte Luft inspirirt wird, der Hahn des anderen offen bleiben muss, und umgekehrt. Der zweite viel erheblichere Mangel ist der, dass stets der gleiche Grad der Luftcompression und der Luftverdünnung zur selben Zeit statthaben muss. Ist beispielsweise die Luft in dem einen Cylinder um $^1/_{60}$ Atmosphärendruck comprimirt, so ist sie in dem anderen um eben so viel verdünnt; eine Modification gegen einander ist, so scheint es mir wenigstens, nicht ermöglicht. Dies ist ein erheblicher Nachtheil gegen den v. Cube'schen Doppelapparat oder die Verbindung zweier meiner Apparate durch einen Hahn.

Aehnlich dem Weil'schen Apparat und genau nach demselben Princip construirte sodann wiederum Schnitzler seinen „continuirlich wirkenden Respirationsapparat", indem er Modificationen meines Apparats, welche er bereits an seinem ersten Respirationsapparat angebracht, auch auf den neuen Doppelapparat hinübernahm. Der wesentliche Vorzug desselben soll in seiner continuirlichen Wirkung bestehen, indem, sobald der eine Cylinder geleert ist, der andere bereits gefüllt und durch Verlegen der Gewichte gebrauchsfertig hingestellt ist. Dass ich eine solche continuirliche Wirkung und die dadurch gewonnene Zeitersparniss als einen wesentlichen Vorzug nicht ansehen kann, habe ich bereits ausgeführt.

Auf einem gleichen Princip aufgebaut ist der „Respirations-Apparat mit einfacher und doppelter Wirkung" (Apparecchio respiratorio a semplice ed a doppio effetto) von Livello Costante in Neapel. Nach der Zeichnung und Beschreibung zu urtheilen, scheint derselbe in sehr exacter Weise construirt zu sein. Er besteht gleichfalls aus einem Doppelcylinder und gestattet, gleich dem Weil'schen Apparat, einerseits die einfache Wirkung der Compression oder Luftverdünnung mit dem anscheinenden Vortheil der Continuirlichkeit, andererseits die Combination von Einathmung comprimirter und Ausathmung in verdünnte Luft.

Auch Hauke construirte einen auf dem Gasometer-Princip beruhenden Doppelapparat mit der sinnreichen Modification, dass der innere Cylinder des ersten Apparats nicht mit dem inneren, sondern mit dem äusseren des zweiten Apparats in Verbindung steht, und zwar ist von diesem zweiten Apparat der äussere Cy-

linder beweglich, der innere feststehend. Es wird dadurch in beiden inneren Cylindern die Luft gleichzeitig entweder comprimirt oder verdünnt. Hauke benutzt diesen Apparat nicht nur für die gewöhnliche pneumatische Therapie, sondern auch zur Communication mit der pneumatischen Wanne und dem pneumatischen Panzer, welche in einem späteren Capitel beschrieben werden sollen.

Der sehr berechtigte und sehr anerkennenswerthe Wunsch, den Kostenpreis des Apparats herabzusetzen und dadurch seine Verallgemeinerung noch weiter zu erleichtern, führten B. Fränkel und später Biedert zur Construction wohlfeiler Apparate. Beide Autoren führten die Idee aus, anstatt eines Luftbehälters mit starren Wandungen einen solchen, der durch Compression zusammendrückbar wäre, zu benutzen.

Der erste Apparat Fränkel's besteht aus einem trommelartigen, 19 Ctm. hohen und 24 Ctm. breiten Behälter mit Seitenwänden aus starkem Gummi. Hölzerne Bretter bilden die obere und untere Fläche, die durch vier innen angebrachte Spiralfedern von einander gehalten werden. Das ganze ist mit gummirter Leinwand luftdicht verschlossen. Nur an einer Stelle ist ein Gummischlauch eingelassen, der mit einer Gesichtsmaske communicirt. Belastet man die obere Fläche des Apparats, so wird die in demselben befindliche Luft comprimirt und entweicht durch den Gummischlauch in die Maske. Entfernt man die belastenden Gewichte, so weichen vermöge der Elasticität der Federn die hölzernen Böden des Apparats auseinander, die Luft in demselben wird verdünnt, resp. es wird bei offenem Schlauch Luft durch denselben von aussen angesogen.

Fränkel wünscht nun noch, besondere Gewichte zum Gebrauch des Apparats entbehrlich zu machen, und räth deshalb, das eigene Körpergewicht als Belastung zu benutzen. Sobald die Luft comprimirt werden soll, so setzt oder stellt sich der Patient oder ein Gehülfe auf den Apparat, und ersterer athmet während dessen die in die Maske ausströmende comprimirte Luft ein. Soll dagegen in verdünnte Luft ausgeathmet werden, so muss zunächst gleichfalls durch Hinaufstellen oder Setzen bei offenem Schlauch der grösste Theil der Luft aus dem Apparat hinausgelassen werden; steht man sodann auf, so saugt der Apparat Luft von aussen, also wenn die Maske zur Exspiration vorgehalten wird, aus den Lungen an.

Die Druck- und Zugwirkung dieses Apparats beträgt nach Fränkel's manometrischen Untersuchungen in maximo 40 Mm. Quecksilber. Dieser Druck resp. Zug kann aber nicht in constanter Kraft erhalten werden, sondern sinkt mit dem Ausströmen der Luft mehr und mehr, selbst bis zu Null, herab.

Der einzige Vorzug dieses Apparats vor dem meinigen besteht in seinem wohlfeilen Preise. Dagegen bezeichnet Fränkel selbst als dessen Schattenseiten: zunächst, was das wesentlichste, die Inconstanz des Drucks oder Zugs, sodann den Umstand, dass der

Apparat durch sehr wenige Athemzüge geleert resp. gefüllt wird, endlich die geringere Dauerhaftigkeit seines Materials.

Hinzuzufügen ist noch die mangelhafte Dosirung der Druckwirkung durch das variable Gewicht des Kranken oder seines Gehülfen.

Später construirte B. Fränkel einen zweiten, einer Harmonika ähnlichen Apparat.

Dieser besteht aus einem nach Art einer Harmonika construirten Luftbehälter mit einer Oeffnung, welche zu einer Gesichtsmaske führt. Durch Ausziehen der Harmonika wird die Luft in ihr verdünnt, durch Zudrücken der ausgezogenen comprimirt. Der Kranke besorgt das Ausziehen und Zudrücken mit seinen Händen, während er die Maske vor seinem Gesichte hält. Ein Centimetermass giebt an, um wie viel der Luftraum in der Harmonika sich vergrössert resp. verkleinert hat.

Dieser sinnreiche Apparat ist von allen bisher bekannten der weitaus compendiöseste (abgesehen von dem unbrauchbaren Dobell'schen) und zugleich wohlfeilste. Er ist leicht handlich und hat trotz seines sehr geringen Preises doch ein fast elegantes Aussehen. Leider sind aber auch die Schattenseiten desselben sehr erheblich. Dieselben bestehen in dem Mangel einer irgend wie ausreichenden Dosirung der Druck- und Zugwirkung. Die Dosirung der anzuwendenden Kraft ist ganz der Willkür des Patienten anheimgegeben; bald wird er zu wenig, bald zu viel Kraft aufwenden. Freilich wird auch mancher früher oder später eine gewisse Uebung erlangen, um es gleichsam in seinem Gefühl zu haben, eine wie starke oder wie schwache Kraft zu benutzen sei; aber es bleibt dann immer nur ein subjectiver Massstab, der objective fehlt. Das Abmessen des Luftquantums, welches ein- und ausgeathmet werden soll, an der Centimeterscala wird niemals den Mangel eines Masses für die anzuwendende Druck- oder Zugkraft ersetzen. Mit richtiger Benutzung jedoch kann wenigstens einiges hiermit geleistet werden, und in manchen Fällen kann der Apparat zeitweise einen grösseren ersetzen.

Endlich liess B. Fränkel noch einen anderen grossen Apparat, der gleich dem meinen auf dem Gasometer-Princip beruht, anfertigen. Es ist an demselben eine Rolle mit Handgriff angebracht, um den inneren Cylinder in die Höhe winden zu können.

Auf einem gleichen Princip wie die beiden erstgenannten Fränkel'schen Apparate beruhend, aber viel vollkommener ausgeführt, ist der (Rotations-) Apparat von Biedert.

Ein lederner Balg, nach Art einer Ziehharmonika zusammendrückbar, bildet den Luftbehälter. Derselbe ist 50 Ctm. hoch, 22 Ctm. breit. Oben und unten befindet sich je ein dicker Holzdeckel. Einer derselben ist von einer Oeffnung durchbohrt, in welche ein zu einer Maske führender Schlauch luftdicht eingefügt ist. Der entgegengesetzte Deckel trägt gekreuzte Riemen zum Anschnallen von Gewichten. Diese letzteren sind in Form von Bleiplatten zu je $2^1/_2$—5 Pfund gegossen.

Der den Luftbehälter bildende Balg ist in einem eisernen Gestelle derart aufgehängt, dass er mittelst einer Kurbel leicht rotirt werden kann, so dass der die Gewichte tragende Deckel entweder nach oben oder nach unten liegt. Ist das erstere der Fall, so wird je nach der Belastung des Deckels der Balg zusammengedrückt und die Luft in ihm comprimirt. Wird der zur Maske führende Schlauch unterdess geöffnet, so strömt die Luft aus, während die Compression derselben eine constante bleibt. Rotirt man umgekehrt den Balg so, dass der belastete Deckel unten sich befindet, so wirkt die Belastung als Schwerkraft den Balg ausdehnend, also die Luft in ihm verdünnend. Diese Luftverdünnung, die gleichfalls constant ist, kann dann zur Athmung benutzt werden.

Nach dem Gewichte und der Zahl der aufzulegenden Bleiplatten kann eine genau bestimmte Druck- oder Zugwirkung erzielt werden, und gestattet der Apparat die grösste, bisher in Anwendung gekommene Druckdifferenz.

Dieser Apparat besitzt gleich dem Fränkel'schen den Vortheil der Wohlfeilheit, hat aber vor diesem als sehr wesentliche Vorzüge voraus: die genaue Dosirung und die Constanz der Druckwirkung. Der Apparat ist zu therapeutischen Zwecken entschieden brauchbar und ist namentlich wenig bemittelten Patienten zu empfehlen, sobald man ihnen einen Apparat in ihre Behausung zu geben überhaupt für vortheilhaft hält.

Zu wissenschaftlichen Zwecken[1]) genügt er freilich nicht; es ist unmöglich, mit ihm Messungen, die mindestens zur Constatirung des Fortschritts oder Rückschritts einer etwaigen Besserung erwünscht sind, — ganz abgesehen von weitergehenden Unter-

1) Wollte ich an meinem Apparate die Vollkommenheit für wissenschaftliche Untersuchungen hintanstellen und nur darauf sehen, dass er allen therapeutischen Zwecken genüge leistet, so liesse er sich um ein bedeutendes wohlfeiler herstellen. Das Quecksilber-Manometer, die Graduirung nach Centimetern, selbst die Lackirung könnte fortfallen, ohne dass dadurch die Wirksamkeit irgend welchen Eintrag erlitte. Ja man könnte noch weiter gehen, und anstatt der theuren Hahnvorrichtung einen einfachen Quetschhahn am Schlauch anbringen. Der Apparat in dieser Gestalt, obgleich sehr haltbar und für die Therapie untadelhaft, wäre dennoch wohlfeil — aber für exacte Untersuchungen nicht brauchbar. Mein Bestreben ging dahin, etwas für alle Zwecke möglichst vollkommenes zu erreichen.

suchungen — anzustellen. Für Aerzte wird deshalb, wo irgend möglich, die Anschaffung eines vollkommneren Apparats vorzuziehen sein, um so mehr, als, wenn man die Haltbarkeit des Materials an meinem und dem Biedert'schen Apparat mit einander vergleicht, auch der Vorzug der Wohlfeilheit leicht im Laufe der Jahre in sein Gegentheil umschlagen könnte.

Biedert rühmt noch von seinem Apparat mit Recht den Vorzug, dass es ermöglicht wird, comprimirte Luft einzuathmen und unmittelbar darauf in verdünnte Luft auszuathmen — was sonst nur durch Doppel-Apparate auszuführen ist. Bei dem Biedert'schen Apparat muss dann freilich nach jeder Exspiration eine Pause folgen, um erst die kohlensäurehaltige Luft aus dem Behälter zu entfernen und frische einzulassen.

Alle bisher beschriebenen Apparate beruhen auf dem von mir zuerst angewandten Princip, die Luftcompression durch die Wirkung aufgelegter Gewichte herbeizuführen.

Einen Versuch, wieder zu der von Hauke zuerst benutzten Luftpumpe zurückzukehren, machte G. Lange. Sein Apparat, von Desago angefertigt, zeichnet sich vor dem Hauke'schen vorzugsweise durch seine Grösse aus und gestattet zwei Personen gleichzeitig aus demselben comprimirte Luft einzuathmen, resp. in verdünnte Luft auszuathmen. Im übrigen theilt er selbstverständlich die Mängel der Luftpumpenvorrichtung, welche, wie es scheint, Hauke selbst später veranlassten, von derselben abzugehen. Der Lange'sche Apparat ist indess wegen seines grossen Rauminhaltes viel weniger inconstant, als der erste Hauke'sche.

Ein ganz anderes Princip, nämlich in zwei communicirenden Behältern durch Veränderung ihrer Lage gegen einander eine Wasserhöhen-Differenz herzustellen und diese zur Druck- und Zugwirkung zu verwerthen, wurde zuerst von Störk benutzt und fand Nachahmung.

Der Apparat von Störk besteht aus einem in zwei Hälften getheilten Blechkessel, die unten durch einen Spalt mit einander communiciren, ähnlich wie beim Hauke'schen Apparat. Die eine Hälfte (Wasserreservoir) ist offen, die andere (Luftkessel) steht durch einen Schlauch mit einem Mundstück oder einer Maske in Verbindung, ist aber im übrigen geschlossen. An dem Luftkessel befindet sich ein Ventil zum Einlassen frischer Luft oder zum Ausströmen der Kesselluft in die Atmosphäre. Das Ventil hat Störk später in sehr kunstvoller Weise so eingerichtet, dass es am Ende jeder Schwingung des Apparats sich selbständig öffnet oder schliesst.

Dieser Apparat ist nun in einem eisernen Gestell auf einem scharfen Prisma so aufgehängt, dass er leicht beweglich ist und durch den Anstoss der Hand zum pendelartigen Schwingen veranlasst werden kann. Der Apparat kann höher oder niedriger aufgehängt werden und macht dem entsprechend kleinere oder grössere Excursionen.

Wird nun der Apparat zur Hälfte mit Wasser gefüllt und dann so geneigt, dass der Luftkessel nach unten kommt, so tritt in dem letzteren durch die nun vorhandene Niveau-Differenz der Wasserspiegel unter Hineinfliessen von Wasser eine Luftcompression ein, und öffnet man den abführenden Schlauch oder das Ventil, so strömt die comprimirte Luft aus, und das Wasser stellt sich in gleicher Horizontalebne in beiden Behältern ein. Neigt man dagegen den Apparat nach der Seite des Wasserreservoirs, so tritt das umgekehrte ein: unter Abfliessen von Wasser aus dem Luftreservoir verdünnt sich in diesem die Luft.

Störk hat seinen Apparat in zwei verschiedenen Dimensionen anfertigen lassen: einen mit 45 Ctm., den anderen mit 70 Ctm. Bodendurchmesser, bei 50 Ctm. Höhe (?).

Die Art, wie Störk die Druckwirkung seines Apparats beschreibt, ist leider physicalisch ganz unhaltbar. Er berechnet die im Luftreservoir, wenn der Apparat halb mit Wasser gefüllt ist und ruhig hängt, enthaltene Luft auf ca. 17500 Ccm. (Diese Masse gelten von dem kleineren Apparat.) Wird nun bei offenem Ventil der Apparat möglichst tief nach der Seite des Luftreservoirs geneigt, so strömt nach Störk's Schätzung so viel Luft aus, dass nur noch ein Rest von 4000 Ccm. im Reservoir zurückbleibt. Störk argumentirt nun weiter folgendermassen: Wird nun bei geschlossenem Ventil der Apparat nach der entgegengesetzten Seite geneigt, so „expandirt sich oben erwähntes Luftquantum von 4000 Ccm. in dem Raume, den früher die 17500 Ccm. Luft eingenommen haben, mithin wird selbst in der Ruhelage des Kessels die Luft um mehr als ihr 4faches Volumen verdünnt." Dies wäre also eine Luftverdünnung, die mehr als 4 Atmosphären negativen Drucks entspricht!

Es ist unbegreiflich, wie Störk in dieser Weise argumentiren konnte, zumal die Druckmessungen, die er selbst anstellte, nur Druckschwankungen bis zu 30 Mm. Hg. = ca. $^1/_{25}$ Atmosphärendruck in maximo ergaben.

Es ist eine physicalische Nothwendigkeit, dass beim ruhigen Neigen des Apparats nach der einen oder nach der anderen Seite, sobald das Ventil geschlossen ist, nur so viel Wasser aus dem Luftreservoir in den anderen Behälter abfliessen kann, dass eine Luftverdünnung entsteht äquivalent der Differenz der Wasserspiegelhöhe in beiden Behältern. Es wird aber nicht so viel Wasser abfliessen, dass die Luft, welche früher nur 4000 Ccm. Raum einnahm, sich auf einen Raum von 17500 Ccm. expandirt, sondern nur so viel

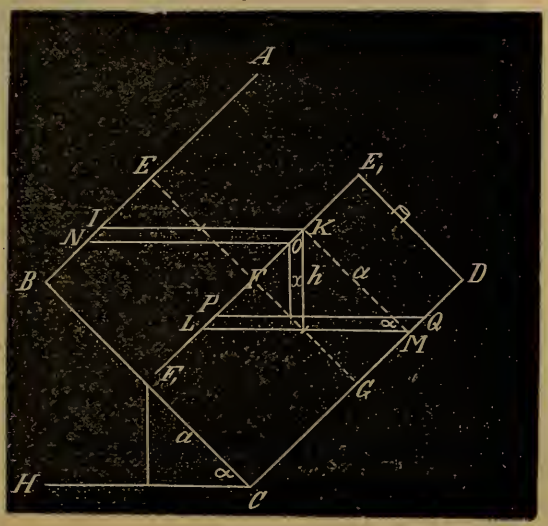
oder vielmehr so wenig als bei der in maximo zu erzielenden Druckdifferenz für sie Raum frei wird; also beispielsweise bei einer Wasserhöhendifferenz von 20 Ctm. = ca. $^1/_{50}$ Atmosphärendruck $^1/_{50}$ des Raums, also im ganzen 80 Ccm.; d. h. es wird in diesem Beispiel bei geschlossenem Ventil die Luft, welche früher 4000 Ccm. Raum einnahm, sich so weit verdünnen, dass sie einen sonst 4080 Ccm. fassenden Raum ausfüllt.

Wie sich die Druckschwankungen ihrer Grösse nach verhalten, lässt sich aus der folgenden Figur leicht erklären.

A B C D sei ein Vertical-Durchschnitt des Apparats, welcher durch eine Scheidewand E, F, halbirt ist. Ist das Gefäss halb mit Wasser gefüllt, so steht der Wasserspiegel in der horizontalen E F G. Wird nun das Gefäss um den Winkel α nach dem Luftreservoir hin geneigt, so würden sich die Wasserspiegel in beiden Behältern, falls sie nicht mit einander communiciren, parallel der horizontalen C H stellen, so zwar, dass sie den Linien I K und L M entsprechen. Da nun aber eine Communication zwischen beiden Behältern besteht, so können die Wasserspiegel diese Höhe nicht beibehalten, weil bei derselben die Luft im abgeschlossenen Luftreservoir ihren Rauminhalt nicht geändert hätte und dennoch unter einem erhöhten Drucke stände, nämlich unter dem Drucke einer Wassersäule h, welche gleich der Differenz der Wasserhöhe beider Spiegel ist. Damit nun ein Druckgleichgewicht entstehe, fliesst so viel Wasser aus dem oberen Behälter in den unteren hinüber, dass die Wasserspiegel nunmehr den Linien N O und P Q entsprechen. Nunmehr ist die Luft im abgeschlossenen Reservoir comprimirt, und zwar ist das Mass der Compression die Differenz der Höhe zwischen N O und P Q = x, als Wasserdruck aufgefasst.

Ein Blick auf die beistehende Figur mit einfacher mathematischer Berechnung ergiebt, dass wenn der halbe Breiten-Durchmesser des Apparats a

Fig. 8.



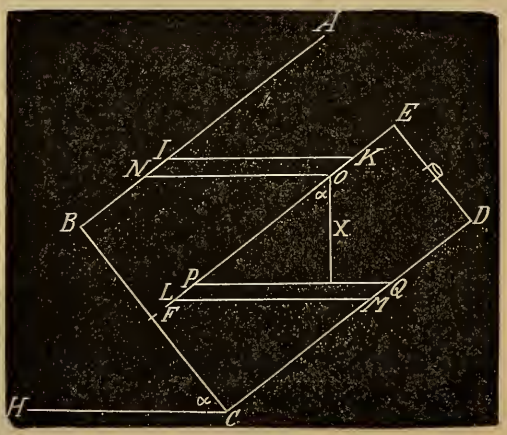
ist, h = a sin α ist, oder mehr allgemein ausgedrückt, h ist stets kleiner als a. Nun ist die eigentliche Druckdifferenz x, welche ihrerseits wieder von der Höhe des Luftraums abhängt[1]), kleiner als h; folglich wird die Wasserdruckhöhe, welche sich erzielen lässt, stets um ein wesentliches kleiner sein, als der halbe Breitendurchmesser des Apparats.

Hieraus ergiebt sich, dass man dem Apparat einen fast colossalen Breitendurchmesser geben muss, wenn er noch irgend wie wirksam sein soll. Will man beispielsweise bis zu $^1/_{40}$ Atmosphärendruck gelangen, so entspräche dies ca. 26 Ctm. Wasserdruck; der Apparat müsste demnach schon für diesen Fall viel breiter als 52 Ctm. sein[2]).

Anders gestaltet sich das Verhältniss, nachdem Störk später sein sehsinnreiches Ventil am Apparat angebracht hat. Mittelst desselben ist es err möglicht, weit höhere Druckdifferenzen zu erzielen.

Steht nämlich der Apparat gegen das Wasserreservoir geneigt, so öffnet sich das Ventil des Luftreservoirs, und nun strömt zu der verdünnten Luft neue Luft von aussen ein so lange, bis die Wasserspiegel in beiden Behältern gleich hoch stehen. Es bleibt dann im Luftreservoir nur eine relativ kleine

Fig. 9.



1) Die Berechnung von x ist eine ziemlich einfache. Es würde mich jedoch zu weit führen, darauf näher einzugehen.

2) Meine Bemerkung in der Berliner medicinischen Gesellschaft vom 4. Februar 1874, dass der Störk'sche Apparat „nur eine ganz geringfügige physicalische Wirkung haben könne", bezog sich auf Störk's erste Publication seines Apparats in der Gesellschaft der Aerzte in Wien am 23. Januar 1874. Damals hatte Störk noch kein Ventil angebracht, und ausserdem waren die Dimensionen des Apparats nicht in Berücksichtigung gezogen worden; vielmehr schien es, als ob Störk mit einem compendiösen Apparate auskommen wollte. Mit Vergnügen nehme ich meine damalige Aeusserung zu Gunsten des nunmehr verbesserten Apparats, der damals noch nicht existirte, zurück.

Wassermenge zurück, die grössere fliesst in das Wasserreservoir über. Wird nunmehr der Apparat nach der entgegengesetzten Seite geneigt, so enthält das Luftreservoir nur Wasser bis zur Höhe L M, das Wasserreservoir bis zur Höhe I K. Es fliesst nun wieder so viel Wasser ab, dass die Wasserspiegel auf N O und P Q stehen, und die Luftcompression im Luftbehälter gleich ist dem Druck einer Wassersäule von der Höhe x. In diesem Falle ist x grösser als im vorigen — falls die Höhe des Apparats eine genügend grosse ist. $x = O P \cos \alpha$. O P ist ein Bruchtheil der Apparathöhe A B; folglich wird x immer wesentlich kleiner sein als die Höhe des Apparats.

Das Gleiche wie für die Luftcompression gilt für die Luftverdünnung; auch die Berechnung der zu erzielenden Druckdifferenz ist eine ähnliche.

Die zu erzielende Druckhöhe wird demnach abhängen 1) von der Höhe des Apparats, 2) von seinem Breitendurchmesser, 3) von dem Neigungswinkel zur Horizontalen.

Aus allem dem ergiebt sich, dass um eine irgendwie genügend hohe Druckwirkung zu ermöglichen, es eines Apparats von sehr umfänglichen Dimensionen bedarf, und dass ein compendiöser Apparat, wie Störk ihn ursprünglich construiren zu wollen schien, ganz unbrauchbare Druckwerthe ergeben würde.

Störk musste deshalb zu den oben angegebenen nicht unbeträchtlichen Dimensionen [1]) nothwendigerweise gelangen. Die Druckwirkungen, die er mit dem kleineren Apparate bei vollkommener Functionirung des Ventils erzielt, fand er in maximo gleich 30 Mm. Quecksilber = ca. $^1/_{25}$ Atmosphärendruck, mit dem grossen Apparat 40 Mm. Hg. = $^1/_{19}$ Atmosphärendruck [2]).

---

1) Der grosse Störk'sche Apparat nimmt einen weit grösseren Raum ein als der meinige.

2) Nach dem vorstehenden ist es unmöglich, dass diese Zahl richtig ist, wenn in Wirklichkeit die Höhe des Apparats nur 50 Ctm. beträgt. Wir sahen, dass die Druckwirkung stets wesentlich kleiner sein muss, als die Höhe des Apparats in Wasserdruck. Nun entsprechen 50 Ctm. Wasserdruck etwa $^1/_{20}$ Atmosphärendruck; folglich kann unmöglich mit dem Apparat ein Druck von $^1/_{19}$ Atmosphärendruck = 40 Mm. Hg. erreicht werden. Nun glaube ich mich selbst, so weit es bei der flüchtigen Besichtigung möglich war, in Breslau auf der Naturforscher-Versammlung überzeugt zu haben, dass der dort vorgezeigte Apparat in Wirklichkeit 40 Mm. Hg. in maximo erreichte. Ich möchte deshalb annehmen, dass Störk seinem grossen Apparat nicht bloss einen grösseren Breitendurchmesser, sondern auch eine grössere Höhe gegeben hat, als er in seiner Arbeit mittheilt. Auch die Zeichnung des Störk'schen Apparats spricht hierfür. Hiermit wäre die höhere Druckwirkung erklärt.

Ausserdem möchte ich aber noch hinzufügen, dass bei starkem Schwingen des Apparats das Wasser mehr oder weniger weit über die zu berechnende Druckhöhe hinüber pendelt. Das Wassermanometer zeigt auf diese Weise nicht den wahren Druckwerth, sondern einen höheren an, als der wirklichen Luftcompression resp. Luftverdünnung entspricht. Es ist dies ein analoges Phaenomen, wie wir es am Pneumatometer bei forcirter Athmung beobachteten (vergl. oben p. 21).

Die Druckwirkung ist demnach im Störk'schen Apparat vollkommen ausreichend. Ganz anders dagegen verhält es sich mit der Constanz der Druckwirkung.

Aus den oben stehenden Figuren wird es sofort ersichtlich, dass das Maximum der Druckwirkung nicht festgehalten werden kann, sondern sofort, wie der zur Maske führende Schlauch geöffnet wird, d. h. in dem Moment, wie der Kranke den Apparat zu benutzen anfängt, der Druck allmälig sinkt. Wird nämlich comprimirte Luft eingeathmet, so steigt beim Oeffnen der Maske der Wasserspiegel im Luftreservoir und fällt im Wasserreservoir, und da die Druckwirkung einzig und allein von der Differenz der gegenseitigen Wasserspiegelhöhe abhängt, so wird diese Differenz und somit die Druckwirkung unaufhaltsam bis auf ein Minimum oder selbst auf Null reducirt. Das gleiche geschieht vice versa beim Ausathmen in verdünnte Luft, indem hier die Druckverminderung durch die aus den Lungen zuströmende Luft von Moment zu Moment abnimmt und endlich gleich Null wird. Will man umgekehrt verdünnte Luft inspiriren lassen, so steigert man während des Athmens den Grad der Luftverdünnung — ganz ähnlich wie bei meinem Apparat bei Anwendung einer von mir nur zu beschränkten Zwecken empfohlenen Methode (vergl. p. 197).

Der Störk'sche Apparat besitzt demnach denjenigen Fehler des Hauke'schen, den ich als den wesentlichsten habe bezeichnen müssen. Der Vorzug grösserer Kraftwirkung wäre schon allein durch Vergrösserung des Hauke'schen Apparats zu erzielen gewesen.

Ob die Arbeit, welche am Störk'schen Apparat bei jedem Athemzuge zu leisten ist, bestehend im Schwingen eines schweren mit Wasser gefüllten Gefässes — eine Arbeit, die man schwerlich jemals dem Patienten selbst überlassen dürfte, die also während der ganzen Zeit einen Gehülfen vollständig beschäftigt — eine geringere ist, als das Pumpen beim Hauke'schen Apparat, möchte ich bezweifeln. Es ist mir deshalb unmöglich, im Störk'schen Respirationsapparat irgend einen wesentlichen Vorzug vor dem Hauke'schen Apparat zu entdecken, ganz abgesehen davon, dass sein Preis etwa dreimal so hoch ist, als der dieses letzteren.

Die Motive, welche Störk zur Construction eines neuen Apparats veranlassten, scheinen ursprünglich zwiefacher Art gewesen zu sein. Er warf meinem Apparat die zu grossen Dimensionen vor und wollte einen compen-

diöseren herstellen. Dass ihm dies nicht gelungen, haben wir gesehen. Sodann wollte er einen Apparat gleich dem v. Cube'schen haben, aus dem man comprimirte Luft einathmen und gleich darauf in verdünnte Luft ausathmen kann. Er sagt wörtlich: „Beim Waldenburg'schen Apparat, der im Gegensatze zum kleinen und leicht transportablen Hauke'schen Kessel sich verhält wie beiläufig 1 : 20, ist schon seine Grösse ein Hinderniss der leichten Transportabilität. Während man beim Hauke'schen pumpen muss, um zu inspiriren, und wieder pumpt zum Exspiriren, muss man bei Waldenburg, um zu exspiriren, schwere Gewichte an den Kessel hängen, um denselben zu heben. Will man wieder inspiriren, muss man wieder zum Apparat treten, um die Gewichte von der Rolle abzunehmen und sie oben auf den schwebenden Kessel aufzulegen, damit die Luft comprimirt werde zur Einathmung. Da aber der Patient nicht so lange mit der Luft in seiner Lunge warten kann, bis der Hauke'sche Apparat ein- oder auspumpt und der Waldenburg'sche belastet oder entlastet wird, ist die Respiration eine saccadirte, ungleichmässige, ganz unnatürliche."

Störk's Anschauung, welche ihm als Motiv zur Construction eines neuen Apparats diente, ist durch den eben wörtlich wiedergegebenen Passus hinlänglich charakterisirt [1]). Er verstand weder den Hauke'schen Apparat noch den meinigen, indem er annahm, dass man aus demselben Apparat comprimirte Luft inspiriren und unmittelbar darauf in verdünnte Luft exspiriren könne. (Um diesen Zweck zu erreichen, bedarf es, wie wir sahen, eines Doppelapparats, wie ihn v. Cube construirte, oder einer Combination zweier meiner Apparate.)

Störk hat nun aber auch durch seinen Apparat nicht den ursprünglichen Zweck, dass derselbe als Doppelapparat diene, erreicht, oder richtiger, er ist im Verlaufe seiner Untersuchungen selbst von der Zweckmässigkeit einer solchen Vorrichtung — die er versuchsweise an seinem Apparate anbrachte, indem er beide Hälften desselben als Luftreservoir, die eine zur comprimirten, die andere zur verdünnten Luft, benutzte — zurückgekommen. Eine ununterbrochene alternirende Inspiration comprimirter und Exspiration in verdünnte Luft ist mit dem gewöhnlichen Störk'schen Apparat nicht zu erzielen. Mit Unterbrechungen lässt sich indess das Verfahren in der That ausführen, ganz ähnlich wie im Biedert'schen Apparat — ob mit Nutzen? ist noch zu entscheiden.

Wir sahen also, dass die angeblichen Mängel meines Apparats, welche Störk zur Construction des seinigen veranlassten, theils nicht existirten, theils durch das von ihm adoptirte Princip nicht überwunden sind. Im Gegentheil ist wieder ein Rückschritt zum Hauke'schen Apparat eingetreten, indem die Druckwirkung eine inconstante ist.

---

1) Auch von anderen Autoren sind ähnliche Vorwürfe gegen meinen Apparat ausgesprochen worden, die aus blossem Unverständniss hervorgegangen sind und durch einsichtsvolle Besichtigung des Apparats und seiner Wirkung von selbst in nichts zerstoben wären. Ich darf es wohl verschmähen, auf dergleichen zu antworten.

Störk suchte die Inconstanz der Wirkung als etwas gleichgültiges hinzustellen. Er sagt: „Was von der Nothwendigkeit und Nützlichkeit einer unwandelbaren Constanz der Druckhöhe gesagt wird, kann ich, gestützt auf die Erfahrung, als unnütz oder wenigstens als überflüssige, der theoretischen Speculation entsprungene Behauptung ablehnen. Soll ein Heilmittel wirklichen Nutzen schaffen, darf man es nicht von vornherein mit einem Mysterium umgeben und dessen Gebrauch durch eine Unzahl zweckloser Beschränkungen eindämmen."

Worin das Mysterium besteht, verstehe ich nicht. Dass der Störk'sche Apparat eben so wie der Hauke'sche in vielen Fällen bei der therapeutischen Anwendung bedeutenden Nutzen schaffen kann, bezweifle ich nicht im mindesten; Störk publicirte ja auch bereits eine Anzahl trefflicher Heilerfolge, die er mit seinem Apparate erzielte. Aber trotzdem wird man schwerlich zu läugnen vermögen, dass ein inconstant wirkendes Mittel nicht den Forderungen der Wissenschaft in gleichem Masse entspricht, wie eines mit constanter Wirkung. Niemand läugnet, dass gewisse Heilmittel therapeutisch Nutzen schaffen können, auch wenn der darin enthaltene wirksame Stoff in inconstanter Menge sich darin befindet; aber, wenn wir ein Präparat besitzen, welches diesen wirksamen Stoff in genau zu bestimmender Quantität enthält, welchen wir demgemäss exact dosiren können, so werden wir diesem sicherlich den Vorzug geben. Was von den gewöhnlichen Medicamenten gilt, muss in viel höherem Masse bei einem mechanischen Heilmittel Geltung haben — dessen Wirkung überdies eine so tief greifende ist, wie wir sie kennen lernen werden.

Will man die Inconstanz der Wirkung trotzdem in den Kauf nehmen, so müssen wenigstens andere Vortheile dafür geboten werden — etwa wie die Wohlfeilheit des Preises im Fränkel'schen Apparat — die ich aber bei Störk zu meinem Bedauern vermisse.

Auf dasselbe Princip wie Störk gründet Treutler (in Blasewitz) die Construction eines „vereinfachten pneumatischen Apparats". An Stelle eines Gefässes mit doppeltem Reservoir benutzt er zwei Gefässe, die durch einen Schlauch mit einander verbunden sind. Es ist leicht ersichtlich, dass durch Aufstellen beider Gefässe über einander nach Einfüllen von Wasser in das obere Gefäss die Luft in dem oberen sich verdünnen, in dem unteren comprimiren muss, indem Wasser aus dem oberen in das untere Gefäss abläuft. Leider scheint Treutler bei der Idee geblieben zu sein. Wenigstens überlässt er es dem Leser, sich selbst eine Vorrichtung zu ersinnen, durch welche die Gefässe nach Belieben hoch oder niedrig gestellt werden. Dass dies den Händen des Patienten bei jedem Athemzuge überlassen werden soll, ist nicht gut denkbar [1]).

1) Ich halte es nicht für angemessen, auf die von Treutler meinem Apparate gemachten Vorwürfe zu antworten, zumal er sich selbst später, wie er mir mittheilte, von der Grundlosigkeit derselben überzeugt hat.

Sehr treffend bemerkt B. Fränkel, welcher mit Versuchen in gleicher Richtung beschäftigt war, dass für ihn „die Schwierigkeiten erst da begonnen haben, wo Treutler aufhört, Mittheilungen zu machen, nämlich bei dem Versuche, einen billigen, auf diesem Princip basirten Apparat einzurichten, der dem Kranken selbst die Bewegung der Gefässe und dabei fortwährendes Respiriren gestattet.“ Fränkel theilt vorläufig mit, dass er selbst das Princip so ausgeführt hat, dass zwei Flaschen durch ein Gasrohr mit einander verbunden sind und dieses Rohr in der Mitte beweglich in einem Lager ruht, so dass durch Schaukeln desselben Niveau-Differenzen in den mit Wasser gefüllten Gefässen erzeugt werden. Weitere Mittheilungen hierüber fehlen noch.

Störk räth, die Hebung der beiden Gefässe — bei Treutler und B. Fränkel — durch einen an der Zimmerdecke angebrachten kleinen Flaschenzug zu bewirken.

Sodann ist noch eine „kurze Mittheilung“ von Högyes (in Pest) zu erwähnen, welcher das „Bunsen'sche Wassertrommelgebläse“ als künstlichen Athmungsapparat sowohl für condensirte als für verdünnte Luft benutzt und es überall dort empfiehlt, wo sich bereits ein solches zu chemischen Zwecken befindet, wie in Krankenhäusern und Laboratorien.

Leider war die Mittheilung nur eine vorläufige und so kurz, dass näheres nicht daraus zu ersehen war.

Allerdings lässt sich überall, wo Wasserleitung vorhanden ist, ein Wassertrommelgebläse anbringen, welches comprimirte Luft in genügender Menge liefert und eben so einen beliebig luftverdünnten Raum zu schaffen vermag. Eine solche Vorrichtung ist beispielsweise am hiesigen physiologischen Institut vorhanden. Das Princip beruht einfach darauf, dass, wenn Wasser durch eine Röhre abfliesst, aus einem die Abflussöffnung umhüllenden offenen Raum, dem Mantel, Luft gleichfalls mitströmt und zwar um so schneller und reichlicher, mit um so mehr Kraft das Wasser ausfliesst. Die Luft wird in einem Behälter aufgefangen und wird dort entsprechend dem jeweiligen Wasserzufluss, resp. dem Wasserstand im Behälter, comprimirt. Ein durch einen Hahn verschliessbares Rohr, das zum letzteren führt, liefert demnach comprimirte, ein anderes Rohr, durch welches die Luft in den Mantel einströmt, verdünnte Luft. Ein Manometer giebt den Druck an. Derselbe lässt sich dadurch reguliren und gewissermassen dosiren, je nachdem man einerseits

den Hahn in der Röhre, durch welche die atmosphärische Luft in das Gebläse strömt, andererseits den Hahn in dem Rohr, welches den Wasserzufluss liefert, enger oder weiter öffnet.

Auf diese Weise lässt sich in der That bei genügend grossem Luftbehälter eine Vorrichtung herstellen, welche alle Zwecke der pneumatischen Methode erfüllt. Ob eine solche bereits an irgend einem Orte practisch ausgeführt ist und sich bewährt hat, ist mir nicht bekannt.

Ich bemerke noch, dass in der Arbeit von Bunsen, in welcher er seine „gläserne Wasserluftpumpe" beschreibt [1]), auch eine Verbindung zweier Flaschen durch einen Schlauch, die theilweise mit Wasser gefüllt, in verschiedener Höhe aufgestellt werden, beschrieben und abgebildet ist — also dieselbe Vorrichtung, welche Treutler und B. Fränkel später zur Herstellung eines pneumatischen Apparats zu benutzen versuchten. Bunsen verwendete die Luftverdünnung nur zu chemischen Zwecken, speciell zu Filtrationen.

Endlich komme ich zu der Beschreibung eines Apparats, der zu den vollkommensten gehört, es ist das der „Schöpfradventilator" oder das „Schöpfradgebläse" von Geigel und Mayr.

Das Princip [2]), worauf er beruht, ist folgendes:

Ein Gehäuse oder „Mantel" von Eisenblech communicirt an seinem oberen Ende mit der äusseren Atmosphäre nur durch eine einzige Oeffnung und daran befestigte Röhre: „Mantelmündung" resp. „Mantelrohr". Im Innern dieses Mantels, dem „Mantelraum", befindet sich ein Rad, gleichfalls aus Eisenblech, welches an seiner inneren, concaven Seite leere Zellen trägt, die allseitig geschlossen, nur durch eine schlitzförmige Oeffnung, den „Zellenmund" in den Mantelraum sich öffnen. Wird nun der Mantel bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser gefüllt und darauf das Rad gedreht, so tauchen diejenigen Zellen, welche anfänglich über dem Wasserspiegel standen und deshalb Luft enthielten, allmälig unter den Wasserspiegel ein, die Luft in ihnen wird comprimirt, und sobald die entsprechenden Zellen in ihrer Umdrehung so weit gekommen sind, dass ihr Zellenmund nach oben sieht, so entweicht die Luft aus demselben in den Mantelraum. Tauchen die Zellen bei ihrer weiteren Drehung wieder aus dem Wasser hervor, so entleeren sie, sobald der Zellenmund nach unten sieht, ihr Wasser und füllen sich von neuem mit Luft; es beginnt dann dasselbe Spiel. In dem Mantelraum befindet sich nun eine nach dessen Boden hin offene Glocke, welche die den Zellen entströmende Luft in ihren „Glockenraum", der durch das Wasser von dem übrigen Mantelraum abgeschlossen ist, auffängt. An ihrem oberen Ende besitzt sie ein offenes Rohr,

---

1) Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. 148. Heft 3. 1868.

2) Schon früher von B. Fränkel zu diesem Zwecke empfohlen, aber nicht practisch durchgeführt.

das „Glockenrohr", welches, eben so wie das Mantelrohr, durch einen Hahn verschliessbar ist.

Wird nun das Glockenrohr geschlossen, während das Mantelrohr mit der Atmosphäre in freier Verbindung steht, und wird darauf das Rad gedreht, so schöpfen die Zellen desselben immer neue Luft aus der Atmosphäre, während die aus den Zellen in den Glockenraum entweichende comprimirte Luft in der Glocke eingeschlossen bleibt. Je nachdem schnell oder langsam gedreht wird, lässt sich die Compression der Luft im Glockenraum bis zu einer gewissen Grenze in geringerem oder höherem Grade herstellen.

Wird umgekehrt der Mantel geschlossen und das Glockenrohr bleibt offen, so können die Zellen des Rades ihre Luft nur aus dem Mantelraum schöpfen, die sie sodann in den Glockenraum entleeren. Es muss deshalb, da keine frische Luft von aussen zuströmen kann, die Luft im Mantelraum — wieder mehr oder weniger, je nach der Schnelligkeit und Häufigkeit des Umdrehens — verdünnt werden.

Der Schöpfradventilator liefert demnach in seinem Glockenraum, sobald er abgeschlossen, comprimirte und in seinem Mantelraum unter gleichen Bedingungen verdünnte Luft.

Geigel und Mayr brachten nunmehr sowohl am Mantel- wie am Glockenrohr Schläuche, welche zur Maske führen, und in welche je ein Doppelhahn, resp. Doppelventil eingeschaltet ist, an. Dieses „doppelte Respirationsventil" ist sehr kunstvoll nach dem mechanischen Princip des Dreiwegehahns gearbeitet. Ferner steht sowohl der Mantel- wie der Glockenraum mit einem Wassermanometer in Verbindung, welches den Druck anzeigt.

Dieser Apparat, welcher in ziemlich grossen Dimensionen gebaut ist, gestattet alle erwünschten Modificationen der pneumatischen Therapie, sowohl Einathmung verdichteter wie verdünnter Luft, als auch Ausathmung in verdünnte oder verdichtete Luft, endlich auch abwechselnd Einathmung comprimirter und Ausathmung in verdünnte Luft und umgekehrt. Er entspricht entschieden allen Anforderungen, die an einen guten pneumatischen Apparat, sowohl was seine therapeutische Verwerthung als auch seine Benutzung zu wissenschaftlichen Zwecken betrifft, gestellt werden dürfen.

In einer wesentlichen Beziehung steht er dennoch dem meinigen entschieden nach, nämlich der, dass er für sich allein keinen constanten Druck giebt, oder mit anderen Worten, dass, um einen auch nur annähernd constanten Druck zu erzeugen, es eines direct darauf eingeübten, besonders geschulten Gehülfen bedarf. Derselbe muss durch die Schnelligkeit, mit der er das Rad dreht, dasjenige, was durch das Ausströmen der comprimirten resp. verdünnten Luft an Druck oder Zug verloren geht, zu compensiren suchen. Hierzu gehört grosse Gewandtheit, die erst durch Uebung

erlernt werden muss. Was hier ein Gehülfe durch besondere Geschicklichkeit und Intelligenz im besten Falle nur annähernd hervorzubringen vermag, bewirken an meinem Apparat die aufgelegten resp. angehängten Gewichte mit mathematischer Präcision. Dieser eine Umstand, glaube ich, genügt, um dem Gasometer-Princip, auf welchem mein Apparat beruht, vor dem des Schöpfradventilators den Vorrang sowohl in wissenschaftlicher wie in practischer Beziehung zu sichern.

Dagegen glauben Geigel und Mayr gerade in der durch das Schöpfradgebläse leicht erzielbaren „Variation des Luftdrucks" einen besonderen Vorzug zu entdecken: „Diese völlig lenkbare Variation ist es, welche erst die in ihrer Dichtigkeit veränderte Luft von dem Banne einer maschinenmässig, blind wirkenden Naturkraft ganz befreit und in der individualisirenden Hand des Arztes zum freien, künstlerischen Werkzeug erhebt" [1]).

Ferner nimmt der Apparat von Geigel und Mayr für sich den Vorzug in Anspruch, continuirlich und ohne Zeitverlust zu arbeiten, sogar zwei Personen — mittelst eines eigens construirten Hahns — gleichzeitig an demselben Apparat athmen zu lassen und den Patienten die Mühe des Auflegens und Abnehmens der Gewichte zu ersparen. Ich habe mich bereits oben darüber ausgesprochen, dass ich in der continuirlichen Wirkung und der schnellen Abfertigung des Patienten keinen Vortheil erkennen kann, sondern die Pausen beim Athmen geradezu für nothwendig halte. Ferner gebe ich zur Erwägung anheim, was wohl practischer ist: auf der einen Seite zur Benutzung eines Apparats entweder gar keine oder nur die geringe Hülfsleistung eines beliebigen Dienstboten (zum Auflegen und Abnehmen der Gewichte) nöthig zu haben; auf der anderen Seite eines besonders eingeübten und geschickten Gehülfen resp. des Arztes selber zu bedürfen, durch dessen gut geschulte Hand allein der richtige, d. h. wohl dosirte Effect hergestellt werden kann.

Gegen diese hauptsächlichsten Momente der Vergleichung treten die übrigen, die noch anzuführen wären, z. B. der hohe Preis des Schöpfradventilators, in den Hintergrund. Nur einen Punkt möchte ich noch erwähnen, obgleich ich nur theoretisch darüber

1) Auch mit meinem Apparat lässt sich diese Variation, wenn sie erwünscht ist, durch langsameres Oeffnen und Schliessen des Hahns, auf die vielfachste Weise erzielen.

urtheile. Die comprimirte Luft, welche im Schöpfradventilator zur Verwendung kommt, musste vorher das Wasser desselben passiren und wird gleichsam durch dasselbe gewaschen. Geigel und Mayr meinen, dass das Wasser durch das reichliche Durchpassiren von Luft, mehr Sauerstoff absorbirt und frischer bleibt, und dass dadurch auch die durch dasselbe hindurchgegangene, zugleich etwas feuchte comprimirte Luft erfrischender wirke. Umgekehrt scheint mir zu fürchten, wenn man einen und denselben Apparat sowohl zur Inspiration comprimirter wie zur Ausathmung in verdünnte Luft benutzt, das Wasser, durch welches die Ausathmungsluft streicht, sich mit Exhalationsstoffen sättigt, und diese dann die zur Einathmung bestimmte comprimirte Luft zu verderben geeignet sind. Dies haben sicherlich auch Geigel und Mayr erkannt, und um eine „Garantie absoluter Salubrität" zu haben, construirten sie später ihren „Doppelventilator", einen Apparat, welcher zwei Ventilatoren einschliesst, derart, dass der eine immer nur zur Inspiration, der andere immer nur zur Exspiration dient.

Auch ein kleiner, wohlfeilerer Schöpfradventilator wurde von denselben Autoren hergestellt.

Auf die pneumatischen Panzer und Wannen von Hauke so wie auf die Verbindung des pneumatischen Cabinets mit Vorrichtungen zur Ausathmung in verdünnte Luft komme ich später eingehend zurück.

Die mechanische Wirkung des transportablen pneumatischen Apparats auf die Lungen und die Respiration.

Die verschiedenen Anwendungsmethoden des pneumatischen Apparats entwickeln ganz bestimmte physiologische Wirkungen einerseits auf die Respiration, andererseits auf die Circulation. Ich habe diese Wirkungen an meinem Apparat, der alle Vorbedingungen für wissenschaftliche Untersuchungen erfüllt, bei Gesunden und Kranken eingehend studirt und das wichtigste darüber zur Zeit bereits veröffentlicht. Meine später ununterbrochen fortgesetzten Untersuchungen konnten die erst gewonnenen Resultate nur bestätigen und in mancher Beziehung erweitern.

Ich beginne damit, die Wirkungen auf die Respiration zu be-

schreiben, und zwar zunächst diejenigen, welche bei der Ausathmung in verdünnte Luft hervortreten.

1. Exspiration in verdünnte Luft.

Athmet ein Gesunder bei gut schliessender Maske nach vorhergegangener tiefer Inspiration so lange, wie er vermag, in verdünnte Luft aus, so steigt der Cylinder um ein bestimmtes Mass in die Höhe, und wir erhalten für jede Exspiration ein genau abzumessendes Quantum Luft. Dieses Quantum lässt sich am Apparat nach der Anzahl der Centimeter, um welche der Cylinder in die Höhe gestiegen ist, berechnen. Je 1 Ctm. Höhe umfasst 573 Ccm. Luft unter gewöhnlichem Atmosphärendruck. Hiervon muss so viel abgezogen werden, als durch den verminderten Druck die Luft mehr expandirt ist. Beispielsweise bei einer Luftverdünnung um $^1/_{60}$ Atmosphärendruck enthält 1 Ctm. Cylinderhöhe $^{573}/_{60}$ Ccm. = 9,5 Ccm. weniger als unter gewöhnlichem Druck, also nur 573 — 9,5 = 563,5 Ccm.

Man kann entweder bei jeder einzelnen Exspiration — besonders genau an der Spirometerscala — ablesen, um wie viel der Cylinder in die Höhe gestiegen ist, und hiernach das Luftquantum berechnen; oder man kann aus einer Anzahl von Athemzügen, z. B. aus 5 oder 10 Exspirationen, das Mittel für je eine Exspiration berechnen.

Ausdrücklich muss ich hier nochmals wiederholen, dass bei allen Experimenten, welche ich mittheile, zunächst genau festgestellt wurde, dass die Maske luftdicht am Gesichte schliesst. Man kann sich aufs leichteste davon überzeugen, ob dies der Fall ist oder nicht. Athmet man in verdünnte Luft aus bei gut schliessender Maske, so steigt der Cylinder nur so lange in die Höhe, als man ausathmet, und bleibt dann, so wie man nicht weiter auszuathmen vermag, unbeweglich stehen. Schliesst die Maske dagegen nicht genau, so steigt der Cylinder, auch wenn nicht mehr ausgeathmet wird, noch weiter in die Höhe, durch die Lücken zwischen Gesicht und Maske Luft ansaugend. Das gleiche ist bei Einathmung comprimirter Luft der Fall, indem bei gut schliessender Maske der Cylinder nur so lange heruntersinkt, als eingeathmet wird, und dann unbewegt still steht; dagegen bei nicht luftdicht schliessender Maske so lange immer weiter sinkt, als der Hahn überhaupt offen ist. Inspirationen verdünnter Luft hinwiederum lassen sich überhaupt kaum ausführen, wenn die Maske nicht fest schliesst. Hier wird nämlich bei gut schliessender Maske der Cylinder durch die Inspiration zum Sinken gebracht, während er bei nicht luftdichtem Anschluss im Gegentheil steigt.

Dies zur Orientirung vorausgeschickt, stellten sich bei meinen Untersuchungen regelmässig die folgenden Resultate heraus:

1. Das in verdünnte Luft ausgeathmete Luftquantum ist stets grösser als das am Spirometer gewonnene Mass der vitalen Lungencapacität.

Zur besseren Vergleichung habe ich zu diesem Versuch den pneumatischen Apparat selbst in der oben angegebenen Weise als Spirometer benutzt. Während also bei äquilibrirtem Cylinder die Versuchsperson niemals mehr als ein bestimmtes Quantum Luft, nämlich dasjenige, welches ihrer vitalen Lungencapacität entspricht, auch bei der grössten Anstrengung auszuathmen vermag, vermehrt sich dieses Quantum sofort, so wie durch Anhängen von Gewichten die Luft im Cylinder verdünnt wird.

Je grösser die Luftverdünnung ist, welche zur Unterstützung der Exspiration verwandt wird, um so grösser wird auch — bis zu einem gewissen Grade — das Quantum der ausgeathmeten Luft.

Die Vermehrung der ausgeathmeten Luftmenge ist eine viel grössere, als die Luftverdünnung beträgt. Während beispielsweise bei einer Luftverdünnung von $^1/_{50}$ Atmosphärendruck die einer vitalen Lungencapacität von 4000 Ccm. entsprechende Athemluft sich auf einen Raum expandiren würde, der bei gewöhnlichem Druck 80 Ccm. mehr, also 4080 Ccm. fasst, so beobachten wir bei der Exspiration in verdünnte Luft, dass die betreffende Person mehrere hundert Cubikcentimeter mehr als 4080 Ccm. entleert.

Diejenige Luftmenge, welche über die vitale Lungencapacität hinaus beim Exspiriren in verdünnte Luft ausgeathmet wird, kann nur allein der Residualluft angehören.

Wir haben hier somit als erstes wichtiges Resultat, dass bei Exspiration in verdünnte Luft den Lungen ein Theil der Residualluft entzogen wird — was wir bisher durch kein anderes Mittel[1]) zu erreichen vermochten.

Das Luftvolumen, welches der Residualluft durch unsere Methode entzogen wird, kann bei starker Luftverdünnung sehr beträchtlich werden. Bei einer vitalen Lungencapacität von 3000 bis 4000 Ccm. können schon durch Ausathmung in einen wenig

1) Ausgenommen hiervon ist vielleicht noch die Gerhardt'sche Methode, welche die Exspiration durch mechanische Manipulationen — besonders Druck auf Brust und Unterleib — zu befördern sucht. Vergl. Berl. klin. Wochenschr. No. 3. 1873.

luftverdünnten Raum ($^1/_{60}$ bis $^1/_{30}$ Atmosphären-Verdünnung) 500 bis 1000 Ccm. der Residualluft entzogen werden; bei einer stärkeren Luftverdünnung kann das Quantum weit über 1000 Ccm. und selbst bis über 2000 Ccm. sich steigern.

Als Beispiel möge folgende Beobachtung an einem gesunden kräftigen Mann dienen:

Vitale Lungencapacität	4000 Ccm.
Ausgeathmetes Luftquantum bei Luftverdünnung	
um $^1/_{60}$ Atmosphärendruck	4800 -
- $^1/_{30}$ -	5250 -

Hier werden also bei der freilich sehr hohen Luftverdünnung um $^1/_{30}$ Atmosphärendruck der Residualluft 1250 Ccm. entzogen; aber auch schon bei der für therapeutische Zwecke am meisten benutzten Luftverdünnung von nur $^1/_{60}$ Atmosphärendruck wurde die Residualluft um 800 Ccm. entlastet.

Die folgenden Versuche habe ich an mir selbst angestellt. Sie ergaben noch bei weitem höhere Werthe:

Vitale Lungencapacität	3000 Ccm.
Ausgeathmetes Luftquantum bei Luftverdünnung	
um $^1/_{60}$ Atmosphärendruck	3900 -
- $^1/_{40}$ -	5000 -
- $^1/_{30}$ -	5500 -

Ich konnte demnach 2500 Ccm. der Residualluft meinen eigenen Lungen entziehen. Subjectiv hatte ich zugleich die Empfindung der äussersten Compression des Thorax und Hinaufgestiegenseins des Zwerchfells, so dass ich eine stärkere Luftverdünnung nur mit Mühe ertragen hätte.

Das gleiche Ergebniss wie an Gesunden erhält man bei Kranken, sobald sie im Stande sind, das Verfahren exact auszuführen.

Die grössten Werthe erhält man bei Emphysematikern, sobald die Erkrankung noch nicht sehr vorgeschritten und der Thorax, besonders durch senile Vorgänge, noch nicht starr geworden ist. Hier gelingt es ganz gewöhnlich, schon durch Ausathmen in einen nur wenig verdünnten Raum (etwa $^1/_{60}$ Atmosphärendruck) der Lunge 1000—2000 Ccm. und selbst mehr über das Mass der vitalen Lungencapacität hinaus, also auf Kosten der Residualluft, zu entziehen. Ich hatte sogar Beispiele, in welchen Emphysematiker 5000—6000 Ccm. Luft in den Cylinder (bei $^1/_{60}$ bis $^1/_{40}$ Atmosphärendruck Verdünnung) entleerten, während ihre vitale Lungencapacität nur 2000—3000 Ccm. betrug. Folgender Fall stellt das äusserste dar, was ich beobachtete: Es betrifft einen sehr gross gewachsenen, urkräftig gebauten Emphysematiker mit

4350 Ccm. vitaler Lungencapacität. Derselbe entleerte bei $^1/_{26}$ Atmosphärendruck Luftverdünnung 7800 Ccm. Luft in den Apparat, entzog also seiner Residualluft 3450 Ccm. bei jeder Exspiration.

Ein anderes, sehr bemerkenswerthes Beispiel, betreffend die Miss Lurline, ist bereits oben (p. 51) mitgetheilt.

Nach diesen meinen Versuchen am pneumatischen Apparat hatte ich die Ueberzeugung gewonnen, dass das Volumen der Residualluft von den Physiologen für gewöhnlich viel niedriger geschätzt wird, als es der Wirklichkeit entspricht; denn wenn durch den pneumatischen Apparat ein gewisses Quantum der Residualluft entzogen wird, so kann doch dasselbe immer nur einen Bruchtheil der gesammten Residualluft bilden, von der sicherlich meist der grössere Theil in den Lungen zurückbleibt. Dass ich mich hierin nicht täuschte, haben meine oben (p. 130 ff.) mitgetheilten Experimente ergeben.

Dass bei Emphysematikern eine so grosse Luftmenge durch die Exspiration in verdünnte Luft den Lungen entzogen werden kann, lässt sich leicht erklären:

Durch die Erkrankung ist die Lunge über ihr gewöhnliches Mass ausgedehnt, und die verminderte Elasticität des Parenchyms vermag nicht mehr auch bei der angestrengtesten Exspiration die Lunge bis zu ihrer normalen Exspirationsstellung zu retrahiren. Der Raum für die Residualluft ist somit beim Emphysematiker — je nach dem Grade der Erkrankung in mehr oder weniger hohem Grade — über die Norm erweitert. Folglich kann auch durch die Exspiration in die verdünnte Luft des Apparats dem Emphysematiker mehr Luft entzogen werden, als dem Gesunden. Zunächst kann ihm das ganze Luftquantum entfernt werden, um welches die Lungen sich über die Norm erweitert hatten, und sodann noch aus dem normal für die Residualluft bestimmten Raum ein neues Quantum.

Diese Thatsache giebt uns aber zugleich ein neues Mittel an die Hand zur genaueren Präcisirung der Diagnose und Prognose bei Emphysem.

Gelingt es nämlich dem Emphysematiker noch, durch Ausathmen in verdünnte Luft ein erhebliches Luftquantum — wenigstens ein solches, welches seine vitale Lungencapacität nicht in gar zu geringem Masse übertrifft, oder welches im ganzen mindestens einer normalen vitalen Capacität gleichkommt — zu entleeren, so ist der Thorax noch dehnbar, Thorax und Lunge noch

fähig, in eine der Norm mehr entsprechende Lage sich zu retrahiren, und die Prognose demgemäss günstig. Werden dagegen auch bei der Exspiration in verdünnte Luft kaum wenige hundert Cubikcentimeter mehr ausgeathmet, als die schon erheblich gesunkene vitale Lungencapacität beträgt, so beweist dies, dass Thorax und Lunge auch bei der mechanischen Unterstützung sich nicht mehr genügend zu retrahiren vermögen, und die Prognose wird eine ungünstige. Namentlich gilt dies von dem starr gewordenen Thorax der Greise oder von hochgradigem, sehr lange bestehendem Emphysem, bei welchem gleichfalls der ektatische Thorax die Fähigkeit sich zu retrahiren eingebüsst haben kann.

Kehren wir wieder zu unserem obigen Ergebniss zurück, so können wir über die unmittelbare Wirkung der Exspiration in verdünnte Luft auf die Respiration zwei wichtige Schlüsse ziehen:

a) Durch Ausathmen in verdünnte Luft wird unmittelbar der Gasaustausch in den Lungen, oder mit anderen Worten die Lungenventilation, über die Norm gesteigert.

b) Bei einer jeden Exspiration in verdünnte Luft retrahirt sich die Lunge beträchtlicher, als es sonst bei der forcirtesten Exspiration möglich ist, sie nimmt einen kleineren Raum ein als normal.

Diese Schlüsse ergeben sich so direct und so von selbst aus den obenstehenden Beobachtungen, dass eine weitere Begründung überflüssig erscheint.

Wenn, wie die oben angeführten Zahlen ergeben, mit jedem Athemzuge weit mehr Luft als normal den Lungen entzogen wird, so muss auch weit mehr Kohlensäure als für gewöhnlich entfernt werden, und dies in um so höherem Masse, als gerade die Residualluft unzweifelhaft am reichsten an Kohlensäure ist. Je mehr nun kohlensäurehaltige Luft bei der Exspiration abgeführt wird, um so mehr Raum ist für die Zufuhr frischer atmosphärischer Luft bei der folgenden tiefen Inspiration vorhanden. Wir erreichen somit eine so bedeutende Lungenventilation, wie wir sie auf andere Weise überhaupt nicht zu erzielen vermögen.

Die zweite, gleichfalls durch andere Mittel nicht zu ermöglichende Wirkung der verdünnten Luft ist die vermehrte Retraction der Lunge, die Verkleinerung ihres Volumens. Dass mit jeder Exspiration diese Verkleinerung eintreten muss, ergiebt sich mit Nothwendigkeit aus den obigen Zahlen.

Wenn ein von elastischen Wänden umschlossener Raum beispielsweise 1000 Ccm. Luft weniger enthält, als er zuvor enthalten hatte, und dies unter dem Einfluss eines verminderten Luftdrucks geschieht, der bei gleichbleibendem Raum — unter Communication mit verdünnter Luft — das frühere Mass nur um höchstens 100 Ccm. hätte vermindern können, so ist jede andere Annahme ausgeschlossen, und es bleibt nur die eine Möglichkeit übrig, dass sich der Raum um die ersichtliche Differenz verkleinert hat. Es ist einfach unmöglich, dass Thorax und Lungen ihr früheres Volumen beibehalten, wenn sie an Luftinhalt mehr verloren haben, als aus der blossen Luftverdünnung resultirt. Die Lungen müssen sich eben unter dem Einfluss der verdünnten Luft so weit verkleinern, als dies die Retractilität der Brustwandungen zulässt; über diese Grenze hinaus wird eine weitere Verkleinerung der Lungen unmöglich sein — und ist diese Grenze erreicht, so bleibt der Cylinder des Apparats fest in seiner Lage stehen und steigt nicht weiter in die Höhe.

Zum Ueberfluss bin ich sogar noch im Stande, durch Brustmessung die Verkleinerung des Thoraxumfangs unter dem Einfluss der Exspiration in verdünnte Luft in directester Art nachzuweisen.

Als Beispiel dient mir ein gesunder Mann, der bei tiefster Exspiration auf der Höhe der Brustwarze einen Brustumfang von 91 Ctm. darbot. Liess ich denselben in verdünnte Luft, welche um $^1/_{40}$ Atmosphärendruck verdünnt war, ausathmen, so reducirte sich der Brustdurchmesser auf 89 Ctm., und bei einer Luftverdünnung von $^1/_{24}$ Atmosphärendruck sogar auf 88 Ctm. Der Brust- resp. Lungenumfang war somit durch unser Verfahren um volle 3 Ctm. gegen seine sonstige tiefste Exspirationsstellung verkleinert worden.

Der objectiv wahrnehmbaren Wirkung entspricht die subjective Empfindung. Die meisten Personen geben an, dass sie, während sie in verdünnte Luft ausathmen, fühlen, wie ihr Brustkorb mehr als gewöhnlich zusammengeschnürt werde. Diese Empfindung des Zusammengepresstwerdens ist am stärksten an den unteren seitlichen und vorderen Partien des Thorax. Kranke, die von der Anatomie und Physiologie der Respiration keinerlei Vorstellung haben, beschrieben mir zuweilen auf's pünktlichste, wie

sie ein Hinaufpressen vom Bauch in die Brust, d. h. ein Hinaufgezogenwerden des Zwerchfells, fühlen.

Je mehr die Luft in dem Cylinder, in welchen hinein ausgeathmet wird, verdünnt ist, um so deutlicher und stärker treten die subjectiven Empfindungen hervor. An mir selbst und vielen Collegen konnte ich dies bei häufigen Untersuchungen bestätigt finden.

Steigert man die Luftverdünnung über einen gewissen Grad hinaus, so wird die Empfindung der Brustzusammenschnürung zur Unerträglichkeit erhöht, und es können Schmerzen in den Brustwandungen hinzutreten. Bei gesunden Personen tritt die Empfindung des Uebermasses gewöhnlich erst bei einer Luftverdünnung ein, die beträchtlicher ist als $^1/_{30}$ Atmosphärendruck. Bei Kranken macht sie sich meist schon bei einer viel geringeren Luftverdünnung bemerkbar.

2. Wir haben bisher die directen und sofort bei jeder Exspiration auftretenden Wirkungen kennen gelernt, die sowohl bei Gesunden als bei Kranken zu beobachten sind. Zu diesen kommt eine Anzahl weiterer Wirkungen hinzu, die bei längerem Gebrauch des Verfahrens an Kranken mit eben solcher Sicherheit hervortreten, wie die beschriebenen, und die einfach aus diesen resultiren.

Bei der jedesmaligen Exspiration in verdünnte Luft sehen wir, dass die Lunge sich unter ihr gewöhnliches Volumen retrahirt. Bei der Inspiration tritt sie wieder in ihren früheren Raum zurück. Uebt nun ein Emphysematiker täglich durch einige Wochen dieses Verfahren, so fand ich fast regelmässig — wo überhaupt eine Heilung noch möglich war —, dass das Lungenvolumen für die Dauer verkleinert wurde.

In zahlreichen Fällen habe ich die allmälig eintretende Lungenverkleinerung durch die Percussion auf das evidenteste nachweisen können. Im therapeutischen Theile werde ich Beispiele mittheilen, aus denen dies ersichtlich wird. Bei Kranken selbst mit dem hochgradigsten Emphysem, bei denen die ektatischen Lungen bis zum freien Rippenrande reichten und das Herz vollständig überdeckten, konnte ich oft schon im Verlaufe weniger Wochen constatiren, dass die Lungen auf ihre normalen Grenzen retrahirt waren, und dass die herabgedrängte Leber wieder in ihre natürliche Lage zurückgekehrt war.

Wir haben hier somit eine Wirkung, die durch kein Heilmittel

— auch für gewöhnlich nicht durch das pneumatische Cabinet — bisher zu erzielen möglich gewesen.

In ihre natürliche Lage zurückgekehrt, bei welcher auch die Lungencapillaren und kleinsten Arterien, die während der bestehenden Ektasie in die Länge gezerrt und verengt waren, wieder ihre normale Weite zurückgewinnen, können die Lungen wieder normal ernährt werden und dadurch die ursprüngliche Elasticität ihres Gewebes wieder herstellen.

3. Die vitale Lungencapacität wird bei längerem Gebrauch der in Rede stehenden Exspirationsmethode allmälig mehr und mehr erhöht.

Diese Thatsache, die ich in zahlreichen Fällen mit fast regelmässiger Constanz — die Ausnahmen betreffen nur die schwersten, unheilbaren Erkrankungen — beobachtete, erklären sich auf's leichteste aus den bereits beschriebenen Wirkungen.

Bei den ersten Versuchen, in verdünnte Luft zu exspiriren, wird, wie wir sahen, die Lunge sofort mehr retrahirt als sonst bei forcirter Exspiration. Zwar tritt, so wie das Athmen am Apparat aufhört, wieder der frühere Zustand ein. Aber werden die Versuche täglich fortgesetzt, so gewinnt die Lunge mehr und mehr das Vermögen, sich auch ohne Unterstützung der verdünnten Luft über ihr früheres Mass zu retrahiren. Hierzu kommt noch — wenigstens bei Emphysematikern — die allmälige Verkleinerung der Lunge auch für die ruhige In- und Exspirationsstellung. Hat demnach ein Kranker täglich einige Zeit hindurch das Verfahren ausgeübt, so wird der in seinen Lungen der Residualluft verbleibende Raum mehr und mehr bis zu einem gewissen Grade beschränkt werden, und da die Excursion für die Inspiration die gleiche bleibt wie zuvor, so muss daraus nothwendig eine Erhöhung der vitalen Lungencapacität resultiren.

Die vitale Lungencapacität setzt sich bekanntlich aus Reserveluft, Respirationsluft und Complementärluft zusammen[1]). Durch die Exspiration in verdünnte Luft rückt die mittlere Respirationsstellung des Zwerchfells allmälig mehr hinauf, der Raum zwischen gewöhnlicher und tiefer Inspirationsstellung wird dadurch erheblich vergrössert, demnach wird die Complementärluft wesentlich vermehrt. Dadurch ferner, dass die Lungen geübt werden, sich

1) Vergl. oben S. 110.

mehr als gewöhnlich zu retrahiren, wird höchst wahrscheinlich auch der Raum zwischen gewöhnlicher Exspirations- und forcirter Exspirationsstellung vergrössert, also auch das Quantum der Reserveluft vermehrt. Bestand endlich schon bei ruhigem Athmen Dyspnoë, so dass die gewöhnliche Respirationsluft zur Decarbonisirung des Blutes nicht ausreichte, so wird bei einem solchen Kranken, der einige Zeit nach der in Rede stehenden Methode behandelt wurde, in dem Masse, als die Lunge sich verkleinert hat, Raum genug für eine normale Respirationsbreite vorhanden sein, oder mit anderen Worten, die früher abnorm kleine Respirationsluft wird sich vermehren und zur Norm zurückkehren.

Wir sehen demnach, dass sich die Zunahme der vitalen Lungencapacität auf die drei Factoren vertheilt, aus denen sie sich zusammensetzt. Wie dadurch einer Dyspnoë vorgebeugt wird, werden wir weiter unten erörtern.

Die Grösse, um welche die vitale Lungencapacität sich erhöht, wird zuweilen eine so beträchtliche, dass mir selbst die Möglichkeit einer solchen früher kaum glaublich erschienen wäre. So behandelte ich Emphysematiker, deren vitale Lungencapacität innerhalb 2—4 Wochen um mehr als 1000 Ccm. stieg, desgleichen hatte ich einen Emphysematiker in Behandlung, dessen vitale Capacität innerhalb 4 Wochen von 3000 Ccm. auf 4200 Ccm. anwuchs; bei einem anderen stieg sie innerhalb 14 Tagen von 2800 Ccm. auf 4000 Ccm.

Steigerungen um 500—1000 Ccm. innerhalb weniger Wochen gehören zu den gewöhnlichen Resultaten.

Beispiele, welche die obigen Angaben illustriren, werden im therapeutischen Theile berichtet werden

Diese Ergebnisse sind um so überraschender, als es vor der Erfindung der neuen Methode, die vitale Lungencapacität zu steigern, theils gar nicht, theils nur in ganz unerheblichem Grade gelang. Am meisten leisteten in dieser Beziehung noch die pneumatischen Cabinette; aber so beträchtliche Steigerungen, wie ich sie durch den transportablen pneumatischen Apparat fast regelmässig erzielte, vermochten die Cabinette nicht hervorzurufen — ganz natürlich, da sie ja auch die ektatischen Lungen zu verkleinern nicht vermögen. — Auch vom Aufenthalt im Höhenklima beobachtet man gewöhnlich eine allmälige Steigerung der vitalen Lungencapacität, aber gleichfalls nicht annähernd in dem Grade, wie vom

transportablen pneumatischen Apparat. Auch das Höhenklima vermag, wie die pneumatischen Cabinette, die Lungen und den Thorax nur zu erweitern, nicht zu verkleinern.

Alle übrigen therapeutischen Methoden — etwa die Gerhardt'sche mechanische Behandlung vielleicht ausgenommen — vermögen die vitale Lungencapacität nur höchst unbedeutend zu beeinflussen. Jahre hindurch habe ich mich von dieser Thatsache zu überzeugen Gelegenheit gehabt. Selbst in denjenigen Fällen, in welchen ich die günstigsten Resultate in betreff der Besserung des subjectiven Befindens und der vornehmlichsten Krankheitssymptome erzielt hatte, war die vitale Lungencapacität sich gleich geblieben oder nur unerheblich gesteigert — freilich war auch die Lunge eben so ektatisch geblieben wie zuvor.

Die Steigerung, welche die Lungencapacität erfährt, ist bei denjenigen Personen am stärksten, bei welchen wegen Lungenektasie die Capacität herabgesetzt war, also bei Emphysematikern. Je mehr sich die Capacität der normalen nähert, um so geringer wird die Steigerung, welche die Behandlung mittelst des pneumatischen Apparats ausübt. Am geringsten ist sie wahrscheinlich bei Gesunden — aus nahe liegenden Gründen stehen mir hierüber keine Beobachtungen zur Verfügung.

Es ist anzunehmen, dass die Lungencapacität schon am Ende eines jedesmaligen Gebrauchs der in Rede stehenden Methode um etwas gesteigert ist, und dass die Gesammtsteigerung aus den kleinen täglichen Steigerungen resultirt. Einige Beobachtungen, die ich nach dieser Richtung anstellte, scheinen dies zu bestätigen, und auch Biedert hatte bei seinen Messungen ein gleiches Resultat. Indess sind die Resultate deshalb unsicher und nicht in allen Fällen zu constatiren, weil unmittelbar nach dem Gebrauch des Verfahrens die Kranken meist mehr oder weniger angestrengt sind und deshalb nicht ihre volle vitale Capacität zum Austrag bringen können. Man muss deshalb für diese Versuche einige Zeit, etwa 1 Stunde, später die Messung anstellen.

4. Die Ein- und Ausathmungskraft, am Pneumatometer gemessen, wird allmälig erhöht.

Eben so wenig wie eine Erhöhung der vitalen Lungencapacität, war es mir früher gelungen, eine irgend wie beträchtliche Erhöhung der pneumatometrischen Werthe durch die verschiedensten therapeutischen Eingriffe zu bewirken. Selbst wenn die Emphysematiker

so weit gebessert waren, dass sie nicht mehr dyspnoëtisch waren und sich in einem leidlichen Zustande befanden, das Pneumatometer zeigte immer noch die exspiratorische Insufficienz an. Erst durch die neue mechanische Behandlungsmethode gelang es mir, die pneumatometrischen Werthe erheblich zu steigern und in vielen Fällen selbst die Exspirationsinsufficienz vollständig zu beseitigen.

Die Exspiration in verdünnte Luft wirkt sowohl steigernd auf die Exspirationskraft wie auf die Inspirationskraft, auf erstere jedoch erheblicher als auf letztere.

Indem es dem Kranken allmälig gelingt, seine Lungen mehr und mehr zu retrahiren, in dem Grade also, als die verminderte Lungenelasticität sich hebt und die Exspirationsmuskeln kräftiger agiren, steigert sich naturgemäss auch das Mass der Ausathmungskraft. Aber auch die Steigerung der Inspirationskraft lässt sich leicht erklären, wenn man das folgende erwägt. Durch den Gebrauch des in Rede stehenden Verfahrens wird, wie wir sahen, das Volumen der Lunge für die gewöhnliche ruhige Respirationsstellung verkleinert. Bei starker Inspiration vermag deshalb der Brustkorb eine grössere Excursion zu machen als vorher, die Inspirationsmuskeln können demnach eine grössere Kraft entfalten, indem die Widerstände für die tiefe Inspiration sich verkleinert haben.

Wir beobachten demnach fast regelmässig, dass beim Gebrauch der Exspiration in verdünnte Luft die früher insufficiente Exspirationskraft der Emphysematiker, deren Werth kleiner war als der der Inspirationskraft, allmälig so anwächst, dass sie den früheren Grad der Inspirationskraft überschreitet, also diesem gegenüber als vollkommen sufficient zu betrachten wäre. Meist steigt aber auch die Inspirationskraft ziemlich beträchtlich selbst über das gewöhnliche Mass hinaus und bleibt deshalb immer noch grösser als die gestiegene Exspirationskraft. In vielen Fällen jedoch nimmt die Steigerung der Exspirationskraft um so viel erheblicher als die der Inspirationskraft zu, dass sie schliesslich diese sogar übertrifft, dass also weder eine absolute, noch eine relative Exspirations-Insufficienz mehr vorhanden ist.

In betreff der hierher gehörigen Fälle verweise ich auf den therapeutischen Theil. Hier will ich nur beispielsweise erwähnen, dass ich Kranke beobachtete, anfangs mit einer Inspirationskraft

von 80—100 Mm., einer Exspirationskraft von nur 40—60 Mm., welche nach Verlauf von einigen Wochen eine Inspirationskraft von 120—160 Mm. und eine Exspirationskraft hatten, die der ersteren gleich kam oder sie noch übertraf.

5. Aus den vorstehenden Wirkungen ergiebt sich von selbst, dass unser Behandlungsverfahren einer exspiratorischen Dyspnoë direct und indirect entgegenarbeitet.

Zunächst wirkt es direct, wie wir bereits oben ausführten, gegen eine vorhandene Dyspnoë, indem es die Exspiration unterstützt, die Ausfuhr der kohlensäurehaltigen Luft fördert, mehr derselben mit jedem Athemzuge entzieht, als es ohne dies möglich ist, und dadurch Raum für die Zufuhr reiner atmosphärischer Luft schafft. Oft genug sah ich Emphysematiker, welche mit starker Dyspnoë an den Apparat traten, so dass sie anfangs nur mit Mühe das Verfahren ausüben konnten, allmälig mehr und mehr erleichtert werden und ohne jede Spur von Dyspnoë den Apparat verlassen. In anderen Fällen gelingt dies freilich nicht, nämlich dann, wenn die Dyspnoë zu hochgradig ist, als dass die Kranken die Maske vor ihrem Gesichte ertragen und die künstliche Athmung in regelmässiger Weise überhaupt ausführen können.

Indirect, d. h. allmälig im Verlaufe der Behandlung wirkt das Verfahren der Dyspnoë in nachhaltiger Weise entgegen. Einerseits reducirt sie, wie wir sahen, das Volumen der Lunge derart, dass sie in ihrer gewöhnlichen Respirationsstellung einen kleineren Raum einnimmt, und zudem die Excursion zwischen gewöhnlicher In- und Exspiration — oder mit anderen Worten: das Quantum der Respirationsluft — sich wieder mehr der Norm annähert. Dadurch werden die Bedingungen zur Dyspnoë, auch während der Apparat nicht gebraucht wird, vermindert oder aufgehoben, und eine nachaltige Wirkung gegen die Dyspnoë erzielt. Liegen andererseits noch Bedingungen vor, welche von neuem Dyspnoë erzeugen, also beispielsweise neu auftretende Anfälle von nervösem Asthma oder Steigerung einer vorhandenen Bronchitis, so ist die Lunge durch den längeren Gebrauch des pneumatischen Apparats in die Lage versetzt, diese Dyspnoë erzeugenden Einwirkungen besser und leichter zu ertragen. Die Steigerung der Inspirations- und Exspirationskraft erleichtert erstens die Thätigkeit der accessorischen Hülfsmuskeln, und zweitens sind die Lungen auf einen kleineren Raum reducirt, und es ist deshalb eine weitere Ausdeh-

nung derselben zum Ausgleich der Dyspnoë ermöglicht. Oder mit anderen Worten: durch die Steigerung der vitalen Lungencapacität und der Athemkraft ist eine kräftigere Ventilation ermöglicht worden. Hiermit wird der hochgradigsten Form der Dyspnoë von vornherein vorgebeugt.

Wir werden im therapeutischen Theile sehen, dass sich dies bei den Emphysematikern in jeder Weise bestätigt.

2. Inspiration comprimirter Luft.

Die Wirkungen der Inspiration comprimirter Luft haben eine gewisse Analogie mit denen der Exspiration in verdünnte Luft, Auch hier treten dieselben theils direct und sofort ein, theils stellen sie sich allmälig erst bei längerem Gebrauch heraus.

1. Athmet ein Gesunder nach vorhergegangener tiefster Exspiration comprimirte Luft ein, so nimmt er ein viel grösseres Luftquantum in seine Lungen auf, als das Mass seiner vitalen Lungencapacität beträgt. Das mehr eingeathmete Quantum Luft, welches die Differenz gegen die vitale Lungencapacität bildet, ist viel erheblicher, als das plus an Luft, welches der blossen Luftverdichtung entspricht.

Athmet beispielsweise eine Person mit einer vitalen Lungencapacität von 3600 Ccm. comprimirte Luft unter einem Ueberdruck von $^1/_{40}$ Atmosphäre ein, so würde die Luftverdichtung, wenn der die Luft aufnehmende Raum unverändert bliebe, nur einer Vermehrung von $^{3600}/_{40}$ = 90 Ccm. entsprechen. Anstatt dieser geringen Differenz erhalten wir jedoch eine solche von mehreren hundert, ja nicht selten selbst viel mehr als 1000 Ccm.

Je grösser die Luftcompression ist, um so erheblicher übertrifft das bei jedem Athemzuge inspirirte Luftquantum die vitale Lungencapacität. Selbstverständlich kann die Steigerung nur bis zu einem gewissen Grade stattfinden; sie erlangt ihre Grenze in den von den Lungen und der Brustwandung entgegentretenden Widerständen.

1. Als besonders eclatantes Beispiel führe ich wieder den schon früher erwähnten kräftigen, gesunden Mann im Alter von 33 Jahren an:

Die vitale Lungencapacität desselben beträgt	4000 Ccm.
Bei der Inspiration comprimirter Luft von $^1/_{60}$ Atmosphären-Ueberdruck, nach vorhergegangener tiefster Exspiration, athmet derselbe ein	5800 -
Despleichen bei $^1/_{40}$ Atmosphären-Ueberdruck	6150 -

2. Ich selbst mit einer vitalen Lungencapacität von 3000 Ccm. athmete bei einer Luftcompression um $^1/_{40}$ Atmosphärendruck bis zu 4680 Ccm. ein. Ich hatte dabei die Empfindung der äussersten Dehnung und Anspannung des Thorax.

Die gleichen Resultate erhält man, wenn man, anstatt eine tiefe Exspiration vorhergehen zu lassen, nach einer gewöhnlichen ruhigen Ausathmung die comprimirte Luft inspirirt. Die so erhaltenen Werthe snd natürlich kleiner, als die bei der ersten Methode gewonnenen, und zwar entspricht die Differenz dem Volumen der Reserveluft, d. h. dem Luftquantum, welches neben der Residualluft bei gewöhnlicher Exspiration noch in den Lungen verbleibt. Vergleicht man jedoch die Zahlen, welche man beim Einathmen gewöhnlicher Atmosphärenluft nach ruhiger Exspiration erhält, mit den entsprechenden beim Inspiriren comprimirter Luft gewonnenen, so treten zwischen beiden ungefähr die gleichen Differenzen zu Gunsten des letzteren Verfahrens hervor, wie die in den ersten Versuchen gegen die vitale Lungencapacität beobachteten.

Beispiel.

Nach vorhergegangener gewöhnlicher ruhiger Exspiration wird aus der Atmosphäre bei tiefster Inspiration eingeathmet . . . 2860 Ccm.
Desgleichen bei $^1/_{60}$ Atmosphäre Ueberdruck . . . . . 4950 -
- - $^1/_{40}$ - - . . . . . 5300 -
Die vitale Lungencapacität beträgt . . . . . 4000 -
Hiernach beträgt die Reserveluft . . . . . 1140 -

Vergleicht man hiernach diese Zahlen mit denen des obigen Versuchs an demselben Individuum, so sind freilich Differenzen vorhanden. Jedoch kann dieser Versuch, die Reserveluft auszuschliessen, für gewöhnlich nicht denjenigen Grad der Exactität beanspruchen wie die erste Untersuchung, welche die gesammte vitale Lungencapacität zum Vergleichungsobject nimmt. Wie bekannt, bleibt weder die Ein- noch die Ausathmung, so bald man es direct intendirt, so vollständig ruhig, wie es sonst unabsichtlich geschieht, und hieraus erklären sich die Verschiedenheiten der Ergebnisse.

Bei der Athmung in gewöhnlicher Atmosphäre betrug die der Reserveluft zugehörige Differenz 4000 — 2860 = ... 1140 Ccm.
Bei der Athmung comprimirter Luft von $^1/_{60}$ Atmosphäre Ueberdruck beträgt die Differenz 5800 — 4950 = 850 Ccm., wovon noch $^1/_{60}$ als der Volumverdichtung zukommend, abzuziehen ist, bleibt ein Rest von . . . 836 -
Bei der Athmung comprimirter Luft von $^1/_{40}$ Atmosphäre Ueberdruck betrug die Differenz 6150 — 5300 Ccm. = 850 Ccm. und abzüglich von $^1/_{40}$ Verdichtung . . 829 -

Die Reserveluft im vorliegenden Fall schwankt demnach zwischen 830 und 1140 Ccm. Sicherlich hat die Versuchsperson im ersten Falle gegen ihren Willen tiefer ausgeathmet, als sie bei ruhigem Athmen gethan hätte, und des-

halb gingen für die Reserveluft ca. 300 Ccm. verloren, die der Summe der Respirations- und Complementärluft zu gute kamen. Diese Erklärung findet auch darin ihre Begründung, dass für unsere Versuchsperson — nach meinen p. 130 ff. mitgetheilten Experimenten — ein Reserveluft-Quantum von 830 Ccm. viel zu klein wäre.

Die Differenzen sind trotzdem nicht erheblich genug, um im grossen und ganzen das Endergebniss zu stören. Die Vermehrung des Luftquantums bei der Einathmung comprimirter Luft tritt sogar im letzten Experiment noch stärker hervor als im ersten.

Kranke, welche die comprimirte Luft einathmen, zeigen die gleichen Ergebnisse wie Gesunde. Das plus des mit jedem Athemzuge in die Lungen eingeführten Luftquantums ist jedoch bei Kranken, deren Lungen, Pleuren oder Brustwandungen erhebliche Widerstände der Ausdehnung entgegensetzen, weitaus geringer, als bei gesunden jugendlichen Personen mit gut dehnbarem Thorax. Welche Erkrankungen der Ausdehnung einen abnormen Widerstand entgegensetzen, haben wir oben in der Lehre von der Pneumatometrie kennen gelernt, es sind dieselben, welche die Inspirationskraft insufficient machen, namentlich Phthisis, Pleuritis, Stenosen der ersten Luftwege etc. Diese Krankheiten sind gerade, wie wir sehen werden, für die Inspirationen comprimirter Luft ganz besonders indicirt.

Wie vertheilt sich der Ueberschuss der eingeathmeten Luft in den Lungen?

Sobald die Inspiration in der Vollendung begriffen ist, entsteht nahezu ein Gleichgewicht der Luftverdichtung in den Lungen und im Apparat. (Manche Verhältnisse, besonders die höhere Temperatur in den Lungen, erzeugen kleine Differenzen, weshalb das Gleichgewicht kein vollkommenes sein kann.) Der Lungenraum, welcher der vitalen Capacität entspricht, zusammen mit demjenigen, welcher der Residualluft vorbehalten ist, wird demgemäss unter der Compression mehr Luft enthalten müssen, als gewöhnlich, und zwar entsprechend der erhöhten Luftdichtigkeit. Wie viel auf dieses Quantum kommt, lässt sich nur für denjenigen Theil berechnen, welcher der vitalen Capacität (Summe von Reserve-, Respirations- und Complementärluft) zugehört. Da die vitale Capacität im Durchschnitt 3000—4000 Ccm. und die in Anwendung kommende Luftverdichtung im Durchschnitt $^1/_{60}$ bis $^1/_{30}$ beträgt, so erhält man einen Coefficienten von nur ca. 50 bis 133 Ccm. — Wie viel dagegen auf die Verdichtung der Residualluft kommt, lässt sich deswegen nicht feststellen, weil die Quantität der letz-

teren keine genau bestimmte ist. Legen wir die bislang von den Physiologen angenommenen Zahlen zu Grunde, so würden wir für den Coefficienten der Verdichtung der Residualluft noch kleinere Zahlen erhalten, als auf die vitale Lungencapacität kommen. Aber auch wenn wir die Residualluft bei weitem voluminöser schätzen, und zwar entsprechend meinen Experimenten (vergl. p. 130 ff.) etwa doppelt so gross wie die Vitalcapacität, so bleibt der Coefficient für ihre Verdichtung immer noch klein genug, um nur einen Bruchtheil desjenigen Werthes zu bilden, den wir bei unseren Versuchen erhalten haben.

Zieht man nun den der Luftverdichtung zukommenden Factor von dem oben durch den Versuch gewonnenen Resultat ab, so bleiben immer noch mehrere hundert und zuweilen selbst mehr als 1000 Ccm. übrig, welche nur dadurch mehr eingeathmet sein können, weil sich der Raum für die Athemluft vergrössert hat. Mit anderen Worten:

> es folgt aus unseren Versuchen mit absoluter Nothwendigkeit, dass bei der Inspiration comprimirter Luft die Lungen und der Thorax sich weiter ausdehnen, als dies sonst bei tiefster Inspiration möglich ist.

Es wird demnach ein neuer Raum nach aussen von der Complementärluft für die Inspiration der comprimirten Luft geschaffen, oder, was dasselbe ist, während der Einathmung der verdichteten Luft wird der für die Complementärluft bestimmte Raum erweitert.

Auch hier bin ich im Stande, durch Brustmessungen den directen Nachweiss der unter dem Einfluss der Einathmung comprimirter Luft statthabenden Brusterweiterung zu führen.

Derselbe Mann, welcher mir zu den gleichen Untersuchungen bei der Exspiration in verdünnte Luft diente, hatte bei forcirtester Exspiration auf der Höhe der Brustwarzen einen Brustumfang von 91 Ctm., bei tiefster Inspiration dagegen in maximo 98 Ctm. Liess ich denselben um $^1/_{60}$ Atmosphärendruck comprimirte Luft inspiriren, so erweiterte sich der Brustumfang auf 100 Ctm., und erhöhte ich die Luftcompression auf $^1/_{40}$ Atmosphärendruck, so stieg der Brustumfang bei tiefer Inspiration auf 101,5 Ctm. Also selbst bei einer noch mässigen Compression wurde der Umfang der Brust, resp. der Lungen um 3,5 Ctm. mehr vergrössert, als es die äusserste Action der Inspirationsmuskeln hervorzubringen vermag.

Vergleichen wir in diesem Falle noch den Brustumfang bei Exspiration in verdünnte Luft, den wir bei $^1/_{24}$ Atmosphärendruck auf 88 Ctm. herabgehen sahen, so erhalten wir zwischen der gefundenen grössten Retraction und der grössten Erweiterung des Thorax eine Differenz von 13.5 Ctm. Diese hätte sich sicherlich noch vergrössern lassen, wenn ich noch stärkere Luftverdichtung und Verdünnung angewandt hätte.

Aus den erörterten Thatsachen resultirt ferner mit Nothwendigkeit:

dass während der Inspiration comprimirter Luft der Gasaustausch in den Lungen erheblich gesteigert sein muss.

Mit jedem Athemzuge nämlich wird weit mehr atmosphärische Luft, also auch Sauerstoffgas, den Lungen zugeführt, als dies sonst bei gewöhnlicher tiefster Inspiration möglich ist. Ausserdem wird die Diffusion zwischen der zugeführten Luft und der vorhandenen Residualluft noch dadurch gesteigert, dass auch der Druck in dem der Residualluft bestimmten Raum sich erhöht und auch in ihm die Luft sich verdichtet, was nur dadurch geschehen kann, dass frisch einströmende Luft sich innig mit der nach der Exspiration zurückgebliebenen mischt.

Raffaele Amati hat neuerdings durch Messung der exhalirten Kohlensäure — indem er die exspirirte Luft durch eine mit Kalkwasser gefüllte Wulf'sche Flasche streichen liess — eine sehr bedeutende Vermehrung derselben während der Einathmung der comprimirten Luft direct nachgewiesen und hiermit auch den chemischen Beweis für die Richtigkeit meiner auf anderem Wege gewonnenen Resultate geliefert. Amati geht sogar insofern noch weiter, indem er annimmt, dass die vermehrte Exhalation der Kohlensäure auch auf eine mit Hülfe des in gleicher Weise reichlicher aufgenommenen Sauerstoffs gesteigerte Oxydation hinweise. Indess ist dies durch den Versuch doch keineswegs erwiesen, selbst wenn die Möglichkeit gesteigerter Oxydation zugegeben wird. Amati's Versuche beweisen nicht eine vermehrte Bildung von Kohlensäure im Körper, sondern zunächst nur eine vermehrte Ausscheidung der bereits producirten Kohlensäure, d. h. also eine vermehrte Lungen- und Blutventilation. Dass mit einer Vermehrung der Kohlensäure-Ausscheidung aus der Lunge auch eine vermehrte Zufuhr von Sauerstoff zu derselben unter der Einathmung der comprimirten Luft statthaben muss, ist hierbei selbstverständlich. Der Beweis hierfür wird aber nicht durch den chemischen Versuch der Kohlensäuremessung, sondern durch die mechanischen Verhältnisse geliefert.

Die Inspiration comprimirter Luft erhöht demnach in demselben Masse die Lungenventilation, wie wir dies von der Exspiration in verdünnte Luft kennen gelernt haben; aber während diese letztere dies dadurch thut, dass sie den Raum für die Residualluft und deren Spannung verkleinert, bewirkt dies die Inspiration com-

primirter Luft in der Weise, dass sie mehr Raum für die Complementärluft schafft und eine kräftigere Vermischung der Lungenluft mit der frisch zuströmenden atmosphärischen Luft vermittelt.

Die subjectiven Empfindungen während des Einathmens comprimirter Luft entsprechen den objectiven Vorgängen. Man fühlt meist deutlich ein Einströmen von Luft in die Lungen und eine mehr oder weniger starke Dehnung des Thorax. Beobachtet man die entblösste Brust der Versuchsperson während des Gebrauchs der comprimirten Luft, so sieht man die ausgiebigste Erweiterung. Ist die Luftcompression relativ beträchtlich — für gesunde Personen $^1/_{40}$ bis $^1/_{30}$ Atmosphärendruck und mehr, für Kranke oft schon viel geringere Werthe: $^1/_{60}$ bis $^1/_{50}$ Atmosphärendruck —, so kann das Gefühl der Ausdehnung einer schmerzhaften Empfindung der Zerrung Platz machen, besonders dann, wenn das Verfahren zu lange ausgeübt wird. Diese Empfindung kann noch Stunden lang nachher zurückbleiben. Ist dagegen die Luftcompression dem Individuum entsprechend, so ist die Empfindung beim Einathmen der comprimirten Luft eine angenehme und wohlthuende, und besonders ist sie dies bei dyspnoëtischen Individuen, sofern die Dyspnoë nicht zu erheblich ist, um das Verfahren überhaupt unmöglich zu machen. Der dyspnoëtische Kranke fühlt, dass ihm mehr Luft als gewöhnlich zugeführt, und dass sein Lufthunger dadurch gemildert oder gänzlich gestillt wird.

Oft genug sah ich Kranke mit so hochgradiger Dyspnoë, dass ich fast die Unausführbarkeit des Verfahrens fürchtete, an den Apparat treten, mit Mühe die ersten Athemzüge ausführen, später immer mehr erleichtert werden und zuletzt ohne jede Spur von Dyspnoë den Apparat verlassen.

Bei den Versuchen, die ich an mir selbst anstellte, war es mir von besonderem Interesse zu beobachten, wie die Selbststeuerung der Athmung nach Hering und Breuer sich bemerklich machte, sobald durch den Willen derselben nicht entgegengearbeitet wurde. Athmet man nämlich stark comprimirte Luft ein ohne die Intention, die Einathmung durch den Willen zu unterstützen und möglichst zu verlängern, so beginnt schon nach einer kurzen Dauer der Inspiration unwillkürlich ein Exspirationsact: die Inspirationsmuskeln erschlaffen, die Exspirationsmuskeln treten in Thätigkeit und der Brustkasten sucht sich, dem Andrang der comprimirten Luft entgegen, zu verengern. Diese vorzeitig sich einstellende reflectorische Exspiration bekommt man übrigens auch bei Patienten im Beginne ihrer Kur sehr häufig zu beobachten, zumal wenn dieselben mit Aengstlichkeit an den Apparat herangehen: das Einströmen der comprimirten Luft in die Lungen bewirkt bei ihnen sofort

eine Exspiration, die natürlich die Wirkung der Inspiration auf die Lungen vereitelt. Indess lernen fast alle sehr bald, mit ihrem Willen erfolgreich die reflectorische Exspiration zu bekämpfen und die Inspiration so lange, wie es zur Erzielung einer mechanischen Wirkung erforderlich ist, auszudehnen.

2. Wird die Inspiration comprimirter Luft mehrere Wochen oder Monate lang in täglichen Sitzungen gebraucht, so führt die täglich vorübergehend ausgeführte Erweiterung der Lungen und des Brustkorbs allmälig zu einer bleibenden Erweiterung. Selbstverständlich konnte ich diese Untersuchungen nur an Kranken anstellen, bei welchen ich eine Ausdehnung des Thorax therapeutisch indicirt hielt, d. h. bei welchen der Brustkorb abnorm verengt, stellenweise abgeflacht oder retrahirt war. Bei Phthisikern mit abgeflachten, schwach functionirenden oberen Lungenlappen konnte ich mich wiederholentlich durch die Inspection überzeugen, dass die Abflachung im Verlaufe der Behandlung sich minderte oder wich. Hiermit standen die Ergebnisse der Percussion, welche eine verminderte Dämpfung nachwies, und der Auscultation, welche an Stelle eines leisen unbestimmten oder bronchialen Athmens allmälig wieder vesiculäres Athmen zu constatiren vermochte, im vollsten Einklang.

Besonders eclatant trat aber die Ausdehnung des Thorax bei Kranken hervor, deren Brustkorb durch pleuritische Schwarten eingezogen und deform geworden war. Hier gelang es mir meist schon, innerhalb weniger Wochen eine Rückkehr der retrahirten Thoraxseite zur Norm und sogar mittelst der Brustmessung eine Zunahme des Thoraxumfangs selbst bis zu mehreren Centimetern zu constatiren. Auch hier gaben Percussion und Auscultation übereinstimmende Resultate: Der gedämpfte Percussionsschall machte einem sonoren Platz, das leise vesiculäre oder unbestimmte Athmungsgeräusch einem lauteren vesiculären. Die comprimirten Lungen haben sich somit unter dem Einfluss der verdichteten Luft wieder zu ihrem normalen Umfang entfaltet.

Auch Haenisch gelang es, mittelst seines neuen Brustmessers bei Phthisikern eine allmälige Zunahme des Brustumfangs, resp. grössere Hervorwölbung der früher abgeflachten Thoraxpartie und Zunahme der Brustbeweglichkeit unter dem Gebrauch der comprimirten Luft in exacter Weise zu constatiren.

Ein Bedenken liegt jedoch nahe, nämlich: ob unter dem Einfluss der comprimirten Luft nicht auch eine krankhafte Ausdeh-

nung der Lungen, oder mit anderen Worten ein Emphysem erzeugt werden könne. Dies Bedenken ist sicherlich nicht ganz unbegründet und fordert uns dazu auf, bei der neuen Behandlungsmethode vorsichtig zu sein. Dieser Umstand gehört mit zu denjenigen Gründen, welche mich zu dem Rathe veranlassen: den Kranken den pneumatischen Apparat nur im Nothfalle und unter möglichster Beschränkung selbst in die Hand zu geben. Uebertreibungen im Gebrauche der comprimirten Luft können entschieden nach dieser oder anderer Richtung hin schädlich sein.

Ich selbst habe unter den vielen hundert Kranken, welche ich mit comprimirter Luft behandelte, nur einzelne Fälle gesehen, in welchen nach längerem Gebrauch der Kur die Patienten über eine unangenehme Fülle in der Brust und dadurch bewirkte Luftbeklemmung zu klagen begannen. Hiermit in Uebereinstimmung fand sich dann, dass die vitale Lungencapacität, welche bis dahin stetig gestiegen war, abzunehmen begann, desgleichen die pneumatometrischen Werthe besonders für die Exspiration sich verminderten. Ein zeitweises Gebrauchen von Exspirationen in verdünnte Luft (bei möglichst geringfügiger Verdünnung) beseitigte gewöhnlich diese Beschwerden sofort. Meistens unterbrach ich dann die Kur für einige Zeit, oder setzte den Grad der Luftcompression herab, oder liess zum öfteren dazwischen in verdünnte Luft exspiriren.

Die beschriebenen Fälle blieben mir indess immer nur vereinzelt, und ich glaube, dass man bei aufmerksamer Behandlung und bei richtiger Würdigung der Indicationen keinen Schaden zu fürchten hat. Man hüte sich vor Uebertreibungen, sowohl was den Grad der Luftcompression, wie die Dauer der einzelnen Sitzungen betrifft, und namentlich in denjenigen Fällen, in welchen die comprimirte Luft bei gesunden Lungen einzig und allein zur Einwirkung auf das Herz angewendet wird, lasse man die Kur nicht zu lange hinter einander gebrauchen.

3. Die vitale Lungencapacität wird bei täglichem Gebrauche der Inspirationen comprimirter Luft allmälig erhöht, und die Erhöhnng kann sehr beträchtlich werden.

Diese Thatsache steht in vollkommenem Einklang mit den bereits mitgetheilten Ergebnissen. Wir sahen ja, dass nicht nur in jeder einzelnen Sitzung die Lungen sich weit über die Norm ausdehnen, sondern dass auch durch die cumulirende Wirkung dieser täglichen methodischen Ausdehnung die Lunge und der

Brustkasten allmälig einen immer grösseren Raum einnehmen. Der vergrösserte Raum fasst ein grösseres Luftquantum, folglich muss die vitate Lungencapacität vermehrt werden [1]).

Die Vermehrung der vitalen Lungencapacität wird vornehmlich die Complementärluft betreffen, weil durch die Inspiration comprimirter Luft sich der Thorax über die tiefste Inspirationsstellung hinaus zu erweitern gewöhnt hat. Aber sicherlich muss auch der Raum für die Respirations- und für die Reserveluft erweitert sein. Wir sehen ja, dass unter dem Gebrauche der comprimirten Luft der Thorax überhaupt allmälig sich ausdehnt, also auch bei ruhigem Athmem weiter erscheint als zuvor. Es ist demnach die mittlere Stellung für die ruhige, nicht forcirte Inspiration weiter nach aussen gerückt, und dadurch der Raum zwischen ruhiger Inspiration und forcirter Exspiration, d. h. der Raum für Respirations- plus Reserveluft vergrössert worden. Es ist höchst wahrscheinlich, dass dieser Zuwachs an Raum beiden Luftquanten zu gute kommt. Dass wenigstens die Respirationsluft in Wirklichkeit vermehrt wird, das ersehen wir daraus, dass die früher dyspnoëtischen Kranken unter dem Gebrauch der comprimirten Luft auch in den Intervallen zwischen den einzelnen Sitzungen meist in ihrer Dyspnoë erleichtert werden oder dieselbe ganz verlieren.

Die Erhöhung, welche die vitale Lungencapacität durch die methodische Anwendung der Inspirationen comprimirter Luft erfahren kann, ist nicht minder beträchtlich, als dies unter dem Gebrauch der Exspiration in verdünnte Luft der Fall ist. Auch hier muss ich noch einmal betonen, dass bisher keine therapeutische Methode bekannt ist, welche auch nur annähernd so erhebliche Steigerungen innerhalb kurzer Zeit herbeizuführen vermag. Die in den pneumatischen Cabinetten und selbst im Höhenklima erzielten Steigerungen der vitalen Capacität bleiben weit hinter den Werthen zurück, welche ich oft im Verlaufe weniger Wochen durch den pneumatischen Apparat zu erreichen vermochte.

---

1) Im Verlaufe meiner Untersuchungen drang sich mir eigentlich der obige Schluss in umgekehrter Ordnung auf. Ich fand regelmässig bei längerem Gebrauch der Kur: Erhöhung der vitalen Lungencapacität. Folglich, so schloss ich mit Nothwendigkeit, muss der Raum für die Lungen vergrössert sein — da hier zur Annahme einer Verminderung der Residualluft kein Grund vorlag. Mein Schluss war vollkommen richtig, und die Brustmessung, Percussion und Auscultation bestätigten ihn.

Steigerungen der Vitalcapacität um einige hundert Cubikcentimeter lassen sich oft auch in weniger günstig verlaufenden Fällen erzielen. In sehr erfolgreichen Fällen beobachtete ich dagegen oft Steigerung der Vitalcapacität um 1000 Ccm. und selbst mehr, und sah in Fällen, in welchen die Vitalcapacität um fast $^1/_3$ gegen die Schätzung ihrer Norm zurückgeblieben war, sie allmälig sogar zur normalen Grösse zurückkehren oder selbst diese übertreffen. Beispiele sind aus dem therapeutischen Theile zu ersehen.

Dass die Erhöhung der Vitalcapacität an der Ausdehnbarkeit des Thorax und der Lungen endlich ihre Grenzen findet, ist schon a priori anzunehmen und bewahrheitet sich auch in praxi. Dass sogar auch die Vitalcapacität unter Umständen nach Erreichung eines gewissen Höhepunktes zuweilen wieder sinken kann — unabhängig von intercurrenten Exacerbationen oder Recidiven der Erkrankung — allein dadurch, dass die Lungen allzusehr ausgedehnt werden und sich bei der Exspiration nicht mehr genügend retrahiren, habe ich bereits oben besprochen und auf die Verhütung dieses Umstandes aufmerksam gemacht. Die nicht mehr erfolgende Steigerung der Vitalcapacität kann uns bei der Behandlung oft genug einen Fingerzeig geben, dass es Zeit ist, die Kur zu unterbrechen.

Andererseits giebt es wieder Kranke, bei denen der Thorax so starr (namentlich bei Greisen) oder bereits so ausgedehnt ist (hochgradigste Form des Emphysems), dass eine mechanische Erweiterung desselben nicht mehr möglich ist, also auch die vitale Capacität sich unter dem Gebrauche der comprimirten Luft wenig oder gar nicht mehr zu heben vermag. Hier ist die letztere aber nicht mehr indicirt. Dasselbe gilt von Kranken, die zu schwach und angegriffen oder zu dyspnoëtisch sind, um überhaupt noch die comprimirte Luft kunstgerecht einathmen zu können.

Am bedeutendsten in relativ kürzester Zeit fand ich die Steigerung der vitalen Lungencapacität bei nach Pleuritis zurückgebliebener Thorax-Einziehung in Folge von Schwarten, oft auch bei Phthisikern, deren Lungenaffection noch nicht ausgebreitet und erst im Entstehen war. Die allerbeträchtlichsten Werthe erhielt ich freilich bei Personen, die an Emphysem mit Bronchitis litten; aber bei diesen hatte ich ausser den Inspirationen comprimirter Luft daneben auch Exspirationen in verdünnte Luft gebrauchen lassen.

4. Die pneumatometrischen Werthe, vornehmlich die Ein-

athmungskraft, werden unter dem Gebrauche der comprimirten Luft allmälig erhöht.

Am Pneumatometer macht sich die Wirkung der comprimirten Luft gewöhnlich am ersten und nachhaltigsten bemerkbar. Die Steigerung nimmt gradatim zu und erreicht endlich einen Höhepunkt, der dann nicht mehr überschritten wird. Kranke, deren Inspirationskraft weit unter der Norm sich befand, erhalten allmälig eine solche, die sich der Norm nähert oder dieselbe sogar übertrifft. Oft genug sah ich die Inspirationskraft innerhalb weniger Wochen von 50—60 Mm. auf 100—120 Mm. und selbst mehr steigen, in anderen Fällen eine auf 10—20 Mm. gesunkene bis zu 50—70 Mm. sich erheben.

Die Exspirationskraft steigt zwar nicht in demselben Grade wie die Inspirationskraft, aber fast regelmässig doch so weit mindestens, dass sie nicht hinter der letzteren zurückbleibt. Tritt dennoch ein solches Zurückbleiben, zumal wenn es erheblich ist, im Verlaufe der Behandlung ein, so mahnt uns dies, die Kur entweder zu modificiren oder zu unterbrechen, indem dies uns eine verminderte Retraction der Lungen anzeigt. Es sind dies jene Fälle von zu forcirter Ausdehnung der Lungen, deren ich oben bereits wiederholentlich Erwähnung gethan.

Um die obigen Beispiele zu vervollständigen — auch hier verweise ich auf die später folgende Casuistik —, so würde ein Phthisiker oder Pleuritiker mit 50—60 Mm. Inspirationskraft eine Exspiration von etwa 90—100 Mm. darbieten. Während nun unter dem Gebrauche der comprimirten Luft die Inspirationskraft auf 100—120 Mm. steigt, hebt sich die Exspirationskraft nur auf ca. 110—130 Mm. Letztere stieg demnach weniger als erstere, blieb aber immer noch dieser an absolutem Werthe, der Norm entsprechend, voraus.

In dem anderen mehr vorgeschrittenen Falle, in welchem die Inspirationskraft beim Beginn der Behandlung 10—20 Mm. betrug, war die Exspiration etwa 40—50 Mm.; erstere stieg im Verlaufe der Behandlung auf 50—70 Mm., letztere nur auf 70—80 Mm.

In einem anderen concreten Beispiel betrug die Inspirationskraft eines Phthisikers 60 Mm., die Exspiration 90 Mm. Schon im Verlauf von 6 Tagen stieg erstere auf 110 Mm., letztere gleichfalls auf 110 Mm., während die vitale Lungencapacität von 2700 auf 2900 Ccm. stieg. — Hier war also die Steigerung der Exspirationskraft so weit hinter der der Inspirationskraft zurückgeblieben, dass beide zuletzt den gleichen Werth hatten.

Ein ferneres ähnliches Beispiel, eine 25jährige phthisica betreffend, ist folgendes:

Inspirationskraft 15 Mm.
Exspirationskraft 40 -
Vitale Lungencapacität 1200 Ccm.
Nach 15 Tagen:
Inspirationskraft 30 Mm.
Exspirationskraft 44 -
Vitale Lungencapacität 2000 Ccm.

Während diese letzten Werthe vor dem Gebrauche der comprimirten Luft an dem betreffenden Tage erzielt wurden, gab die Kranke nach dem Gebrauche folgende Werthe.

Inspirationskraft 45 Mm.
Exspirationskraft 52 -
Vitale Capacität 2600 Ccm.

Es ist schon a priori wahrscheinlich, dass die Steigerung der pneumatometrischen Werthe sowohl wie der Vitalcapacität mit dem jedesmaligen Gebrauch ein wenig steigt, und dass das Gesammtergebniss sich aus der Summe der kleinen täglichen Steigerungen zusammensetzt. In dem obigen letzten Beispiel sehen wir die Wirkung einer einzigen Sitzung in eclatantester Weise hervortreten. Indess gehören solche Fälle zu den seltenen, in denen man mit Exactität die Steigerung unmittelbar nach dem Gebrauche der comprimirten Luft nachweisen kann, namentlich derartige Fälle, in welchen die Differenz so erheblich ist. Meist macht die geringe Anstrengung oder Abspannung unmittelbar nach dem Gebrauche des Heilverfahrens eine exacte Prüfung unmöglich oder trübt das Resultat.

Die Steigerung der pneumatometrischen Werthe durch die fortgesetzten Inspirationen comprimirter Luft findet leicht ihre Erklärung. In dem Masse, wie der Thorax sich ausdehnt, werden die Widerstände für tiefe Inspirationen vermindert, die Brustwand kann mit mehr Leichtigkeit grössere Excursionen machen, und demnach haben die Inspirationsmuskeln einen ergiebigeren Angriffspunkt. Aus der Verminderung der Inspirationswiderstände folgt unmittelbar die Vergrösserung der Inspirationskraft [1]).

Liegen die Widerstände in pathologischen Producten, z. B. in pleuritischen Schwarten oder chronischen Verdichtungen des Lungenparenchyms, so beweist eine Erhöhung der Inspirationskraft zugleich eine Verminderung dieser pathologischen Widerstände. Andererseits ist zu beachten, dass sicherlich auch die gymnastische

1) Vergl. oben pag. 69 ff.

Uebung, welche mit den täglichen Inspirationen der comprimirten Luft verbunden ist, die Musculatur stärkt und dadurch erhöhend auf die Athmungskraft wirkt. Ist ausserdem der Krankheitsprocess im Schwinden, so wird auch schon daraus eine Erhöhung der Muskelkraft mit resultiren.

Nur in dem angegebenen Sinne möchte ich die Ansicht gelten lassen, dass die pneumatometrischen Werthe auch durch die Uebung, unabhängig von der Wirkung der comprimirten Luft, sich erhöhen. Ich hatte bereits Gelegenheit zu betonen, dass ich durch andere Behandlungsmethoden, selbst durch Inhalationen, welche ja auch mit gymnastischer Uebung einhergehen, eine wesentliche Steigerung der Athmungskraft nicht habe erzielen können. Die Uebung kann demnach auch bei unserer neuen Methode nur den Einfluss haben, dass die Musculatur dadurch allmälig gestärkt wird, was ja sicherlich auch für den Heilerfolg nicht gleichgültig ist.

Die Exspirationskraft ihrerseits nimmt zu, weil durch die grössere Ausdehnung des Thorax die mittlere Inspirationsstellung desselben mehr nach aussen gerückt ist, also für die forcirte Ausathmung eine grössere Excursion und somit eine grössere Kraftentfaltung möglich ist. Der Elasticitätscoefficient ist gegen früher vergrössert, weil die Lunge mehr über ihren Collaps-Zustand ausgedehnt ist; folglich ist die Exspirationskraft, bei welcher ja die Elasticität einen positiven Factor bildet, verstärkt.

5. Die Inspirationen comprimirter Luft wirken nicht nur unmittelbar und sofort, sondern auch nachhaltig den Bedingungen zur Dyspnoë entgegen.

Dass eine vorhandene Dyspnoë während der Inspiration comprimirter Luft durch die dabei stattfindende Steigerung des Lungengaswechsels direct bekämpft wird, ist bereits oben sub 1. aus einander gesetzt worden.

Es erübrigt nur noch zu zeigen, dass diese antidyspnoëtische Wirkung nothwendig auch die Zeit des Gebrauchs der comprimirten Luft überdauern und bis zu einer gewissen Grenze nachhaltig sein muss.

Dyspnoë entsteht, sobald der Raum zwischen der ruhigen Exspirations- und der ruhigen Inspirationsstellung, also der Raum für die Respirationsluft im engeren Sinne, nicht mehr ausreicht, um einen für die Sauerstoffzufuhr und Kohlensäureabfuhr genügenden Gaswechsel zu ermöglichen. Dies geschieht beispielsweise bei

Verengerung der kleinsten Bronchien durch Catarrhe, bei Verdichtungsprocessen in den Lungen etc. Um den durch diese pathologischen Bedingungen bewirkten Ausfall zu decken, nimmt der Kranke dauernd oder zeitweise mehr oder weniger von seinen accessorischen Hülfsmuskeln in Anspruch und bewirkt dadurch einen ergiebigeren Gaswechsel, als ihm die Respirationsluft bei ruhiger Athmung zu liefern vermag.

Durch den methodischen Gebrauch der Inspirationen comprimirter Luft sahen wir die Lungen sich ausdehnen und die mittlere Inspirationsstellung weiter nach aussen rücken; wir sahen, dass hierdurch der Raum für die Respirationsluft allmälig vergrössert wird. Mit der Vergrösserung des Respirationsluftraums wird aber die unmittelbare Bedingung der Dyspnoë beseitigt oder wenigstens beschränkt. Hieraus erklärt sich ohne weiteres, dass auch nach Aufhören der pneumatischen Behandlung die antidyspnoëtische Wirkung fortdauern muss.

Die antidyspnoëtische Wirkung wird so lange andauern, bis durch eine Recidive oder Exacerbation der ursprünglichen Erkrankung oder durch eine neue den Lungengaswechsel störende Affection der geschaffene vergrösserte Respirationsraum gleichfalls nicht mehr ausreicht. Hier werden zwar wieder zur Ausgleichung des Verlustes accessorische Inspirationsmuskeln zur tieferen Athmung in Bewegung gesetzt werden müssen. Aber da einerseits der Raum für die Complementärluft durch den Gebrauch der comprimirten Luft, wie wir sahen, beträchtlich erweitert, andererseits die Inspirationskraft, wie das Pneumatometer zeigt, erhöht ist, so wird der Ausgleich des Verlustes ohne wesentliche Anstrengungen von statten gehen können, und es wird nicht mehr zu jener hochgradigen subjectiven wie objectiven Dyspnoë kommen, welcher der Kranke ohne Vergrösserung seiner Vitalcapacität und ohne Kräftigung seiner Athemkraft ausgesetzt gewesen wäre.

Der Gebrauch der comprimirten Luft wirkt in mancher Beziehung ähnlich wie die compensatorische Thätigkeit der Natur. Bei Kranken mit chronischer Bronchitis oder mit Asthma bewirkt die Natur allmälig eine Ausdehnung des Thorax und Kräftigung der Inspirationsmuskeln durch Hypertrophie derselben. Auch hier wird der Raum für die Respirations- und Complementärluft zu erweitern gesucht. Aber die Natur bewirkt dies nur allmälig und immer nur entsprechend dem jeweiligen Bedürf-

niss der gerade vorhandenen Dyspnoë und kommt dann schliesslich zu derjenigen Grenze, bei welcher die Lungen ad extremum ausgedehnt sind, und eine noch weitere Vergrösserung des Complementärluftraums nicht mehr geschaffen werden kann. Die Natur wirkt nicht prophylaktisch. Ausserdem geht bei der langdauernden anhaltenden Vergrösserung der Lungen, wie sie die Natur bewirkt, ein Theil der Lungenelasticität verloren, und hiermit werden die Bedingungen zur Dyspnoë vermehrt.

Die künstliche Athmung am pneumatischen Apparat wirkt dagegen weit besser compensirend als die Natur, indem sie nicht nur dem jeweiligen Bedürfniss entsprechend, sondern auch prophylaktisch darüber hinaus Athemraum und Athemkraft zu erweitern und ausserdem noch — durch Exspirationen in verdünnte Luft — einem Verluste an Lungenelasticität entgegenzuwirken vermag.

3. Inspiration verdünnter Luft.

1. Athmet ein Gesunder oder Kranker verdünnte Luft ein, so ist das Luftquantum, welches er bei jedem Athemzuge in seine Lungen einzieht, kleiner als die vitale Lungencapacität.

Die Verminderung ist unverhältnissmässig beträchtlicher, als das Quantum, um welches die Luft verdünnt ist, beträgt.

Je stärker die Luftverdünnung, um so geringer ist das eingeathmete Luftquantum.

Steigert man die Luftverdünnung, so gelangen wir an eine Grenze, bei welcher der Kranke überhaupt nicht mehr einzuathmen vermag. Diese Grenze wird ungefähr seiner am Pneumatometer messbaren Inspirationskraft entsprechen; jedoch haben wir dann nicht den Maximalwerth der forcirten Inspiration, sondern mehr denjenigen zu berücksichtigen, bei welchem es noch gelingt, das Quecksilber einige Secunden auf der Höhe zu erhalten, resp. den bei Einschaltung eines Ventils angezeigten Werth.

Wird die Grenze der Luftverdünnung, welche die Inspirationskraft überhaupt noch zu überwinden vermag, überschritten, so muss der Thorax in gezwungener Exspirationsstellung verharren, und es entsteht Apnoë.

Als Beispiel gebe ich das Ergebniss an derselben Versuchsperson, die auch zu den früheren Experimenten benutzt wurde. Um die Verhältnisse

besser zu illustriren, reproducire ich hier von neuem gleichzeitig die bei Einathmung comprimirter Luft gewonnenen Resultate:

Sehr kräftiger gesunder Mann von 33 Jahren.
Vitale Lungencapacität 4000 Ccm.
Inspirationskraft 150 Mm.
Exspirationskraft 180 -

Das bei jedem Athemzuge inspirirte Luftquantum beträgt bei

Inspiration comprimirter Luft von	+ $^1/_{40}$ [1]) Atm. Ueberdruck	6150 Ccm.
- - - -	+ $^1/_{60}$ Atm. Ueberdruck .	5800 -
- gewöhnlicher atmosph. Luft bei normalem Druck . .		4000 -
- verdünnter Luft von	— $^1/_{120}$ Atm. Unterdruck . . .	2280 -
- - - - -	— $^1/_{60}$ - - . . .	2000 -

Ich selbst, mit 3000 Ccm. vitaler Lungencapacität und wenig kräftiger Musculatur athmete mit der Empfindung äusserster Anstrengung:
bei einer Luftverdünnung von $^1/_{240}$ Atmosphärendruck ca. 1700 Ccm. ein,
- - - - $^1/_{120}$ - - 1150 - -
während ich bei Inspiration in comprimirte Luft von $^1/_{40}$ Atmosphären-Ueberdruck 4680 Ccm. einathmete.

Die Erklärung der vorliegenden Thatsache ist ausserordentlich einfach.

Bei Einathmung der verdünnten Luft hat die betreffende Person den Widerstand der Luftverdünnung zu überwinden. Würde er nicht seine Inspirationsmuskeln in Bewegung setzen, so würde der Cylinder des Apparats, von aussen Luft ansaugend, in die Höhe steigen. Dieses Hochsteigen des Cylinders nicht nur hat die Inspirationskraft zu vereiteln, sondern sie muss umgekehrt noch demselben Luft entziehen und ihn dadurch zum Sinken bringen. Mit der Ueberwindung dieser Widerstände geht ein Theil der Muskelkraft verloren, und der Rest derselben vermag nicht mehr, den Brustraum bis zu seiner äussersten Inspirationsstellung auszudehnen.

Man kann sich auch den Vorgang in folgender Weise klar machen: Dadurch das verdünnte Luft inspirirt wird, wird auch die Luft im Thorax mehr als normal verdünnt, und dadurch die Druckdifferenz gegen die äussere Atmosphäre vermehrt. Diese letztere lastet mit einem Gewichte, welches sich aus der Druckdifferenz und der Thoraxoberfläche berechnen lässt, auf der

---

1) Die Zeichen — und + beziehen sich auf die Einheit 1 = gewöhnlichem Atmosphärendruck. Sie sind der Uebersichtlichkeit halber gewählt. Correcter wäre es beispielsweise anstatt — $^1/_{40}$ Luftverdünnung: $^{39}/_{40}$ Atmosphärendruck, statt + $^1/_{40}$ Luftcompression $^{41}/_{40}$ Atmosphärendruck zu setzen.

Oberfläche des Brustkastens und bildet einen Widerstand für die Inspirationsmusculatur, den dieselbe mit einem Theile ihrer Kraft auszugleichen versucht. Erreicht die Druckdifferenz eine solche Höhe, dass ihr Widerstand der vollen Kraft der Inspirationsmuskeln gleichkommt oder sie übertrifft, so vermag die Musculatur den Thorax überhaupt nicht mehr auszudehnen, und das eingeathmete Luftquantum ist gleich Null; oder an Stelle der intendirten Einathmung tritt durch mechanischen Zwang eine unbeabsichtigte Exspiration, das Quantum sinkt also unter Null, oder wird negativ.

Die Wirkung der Luftverdünnung lässt sich sehr gut am Thorax studiren. Lässt man jemand mit entblösstem Thorax verdünnte Luft einathmen, so beobachtet man — sobald die Luftverdünnung genügend gross ist — das gleiche Phänomen, wie es bei Croup oder bei sonstiger hochgradiger Stenose des Larynx und der Trachea erfahrungsgemäss eintritt, nämlich ein Eingezogenwerden des unteren vorderen Abschnitts des Brustkorbs bei jeder Inspiration.

Die Differenz des äusseren Luftdrucks gegen den inneren wird nämlich an denjenigen Stellen ihr Uebergewicht ganz besonders geltend machen, wo die Wandung weniger starr, mehr membranös und deshalb leichter eindrückbar ist, und wo andererseits nicht der Zug einer kräftigen Musculatur unmittelbar entgegenwirkt. Diese Bedingungen sind in der Gegend des Processus xiphoideus und der unteren freien Rippen am meisten ausgesprochen, während der übrige Thorax durch sein festes Knochengerüst weniger leicht nachgiebt. An der bezeichneten Stelle wird demnach der äussere Luftdruck sein Uebergewicht am besten auszuüben vermögen; das Zwerchfell allein ist demselben entgegenzuwirken nicht gewachsen, zumal es auch durch die in Folge der gleichfalls eingetretenen Druckdifferenz zwischen Thorax und Abdomen einen erhöhten Widerstand findet und nach oben gedrängt wird.

Wie in der Zwerchfellgegend wird auch in den Fossae supraclaviculares und im Jugulum während des Einathmens verdünnter Luft aus den gleichen Gründen ein Einsinken beobachtet.

Die Thatsachen, welche ich eben beschrieben, sind — das möchte ich noch bemerken — ein directer Beweis dafür, dass das gleiche Phänomen, wenn es bei Croup beobachtet wird, in der That der gleichen Ursache, nämlich der Luftverdünnung im Thorax, entstammt. Dies entspricht zwar der bisherigen allgemeinen — wenn auch nicht überall genügend durchdachten — Annahme, ist

aber bisher noch nicht so direct erwiesen worden, wie durch meine genannten Versuche.

Die subjective Empfindung beim Einathmen verdünnter Luft entspricht dem objectiven Ergebniss. Der Kranke fühlt eine mit der Grösse der Verdünnung wachsende Anstrengung während des Athmens, er empfindet, dass er dabei seinen Lungen weniger Luft zuführt, als seinem Aufwand an Muskelkraft entspricht.

Aus dem voranstehenden folgt, dass während der Einathmung verdünnter Luft die Lungenventilation vermindert ist. Hieraus ergiebt sich von selbst, dass eine bestehende Dyspnoë von vornherein die Inspiration verdünnter Luft ausschliesst, ferner dass man auch bei nicht dyspnoëtischen Personen nur einen geringen Grad der Luftverdünnung therapeutisch anwenden und nur allmälig damit steigern darf.

2. Dadurch, dass den Inspirationsmuskeln erhöhte Widerstände entgegengesetzt werden, üben sich dieselben bei methodischer Anwendung des Verfahrens, die Widerstände mehr und mehr zu überwinden. Die Inspirationsmuskeln gewinnen an Kraft.

In zahlreichen Fällen machte ich die Erfahrung, dass Kranke, welche beim ersten Versuche eine Luftverdünnung von $^1/_{240}$ Atmosphärendruck nur mit Mühe überwanden und hierbei den Cylinder kaum um 1—1½ Ctm. zum Sinken brachten (Luftquantum = ca. 570—850 Ccm.), täglich mehr und mehr Kraft gewannen, immer stärkere Luftverdünnung zu überwinden und dabei immer grössere Luftquantitäten dem Cylinder zu entziehen vermochten. Solche Personen, welche früher bei $^1/_{240}$ Atmosphären-Verdünnung den Cylinder nur um 1—1½ Ctm. zum Sinken brachten, konnten nach 1—4 Wochen bei dieser Verdünnung bequem den drei- bis vierfachen Werth erzielen und ein Luftquantum entleeren, welches von ihrer vitalen Capacität nicht mehr weit entfernt war. Dieselben Personen konnten allmälig eine Luftverdünnung von $^1/_{120}$ bis $^1/_{80}$ Atmosphäre und selbst mehr überwinden und konnten trotz dieser grossen Luftverdünnung 1000—2000 Ccm. Luft und selbst mehr mit jeder Inspiration dem Apparat entziehen.

Wir haben somit in der Inspiration verdünnter Luft das vorzüglichste Verfahren zur methodischen Gymnastik der Inspirationsmuskeln, ein Verfahren, mit dem sicherlich kein anderes, auf dasselbe Ziel hinwirkend, sich zu messen vermag.

Therapeutisch lasse ich gewöhnlich, wo ich auf die Respira-

tionsorgane wirken will, gleichzeitig mit den Inspirationen verdünnter Luft auch Inspirationen comprimirter Luft verbinden. Letztere compensirt durch Steigerung des Gaswechsels den durch erstere gesetzten Verlust. Ausserdem giebt sie durch Erweiterung des Thorax den Inspirationsmuskeln bessere Angriffspunkte und unterstützt somit die durch die verdünnte Luft bewirkte Brustgymnastik.

Es ist a priori ersichtlich. dass die Inspirationskraft sich auch beim Messen am Pneumatometer als erhöht herausstellen muss. Es fehlen mir indess hierüber reine Beobachtungen, weil ich bisher niemals die Inspirationen verdünnter Luft für sich allein ohne gleichzeitige intercurrente Inspirationen comprimirter Luft therapeutisch angewendet habe. Bei der Combination beider Verfahren jedoch erzielte ich so hohe pneumatometrische Werthe und in so kurzer Zeit, dass sicherlich ein Theil der Erhöhung auf Rechnung der verdünnten Luft zu setzen ist.

3. Ob die vitale Lungencapacität durch die Inspiration verdünnter Luft gesteigert wird, darüber fehlen mir gleichfalls aus dem gleichen, letztgenannten Grunde reine Beobachtungen.

Der Theorie nach lässt sich folgendes erwarten: In dem Masse, als durch die Lungengymnastik die Inspirationsmuskeln mehr Kraft erhalten, müssen sie auch bei tiefster Inspiration den Thorax mehr ausdehnen können; der Raum für die Complementärluft wird somit erweitert, nnd dadurch muss die vitale Lungencapacität steigen. Der Grad der Capacität-Steigerung wird aber weit entfernt bleiben von demjenigen, welcher bei der Inspiration comprimirter Luft beobachtet wird, indem das bei dieser letzteren wirkende und oben genau erörterte Moment der mechanischen Brusterweiterung fortfällt. Die vitale Lungencapacität wird bei Einathmungen verdünnter Luft ungefähr in dem Masse eine Steigerung erfahren, wie dieselbe bei sonstiger Brustgymnastik oder beim Aufenthalt im Höhenklima bewirkt wird.

4. Exspiration in comprimirte Luft.

1. Bei der Exspiration in comprimirte Luft ist das Volumen der ausgeathmeten Luft kleiner als die vitale Lungencapacität, und zwar hinwiederum um eine viel beträchtlichere Differenz, als um welche die Luft verdichtet ist.

In je höherem Grade die Luft, in welche exspirirt wird, com-

primirt ist, um so kleiner wird das Mass der exspirirten Luft, bis schliesslich bei einem gewissen Grade der Luftcompression — welcher der pneumatometrisch an einem mit Ventil versehenen Instrument zu messenden Inspirationskraft entspricht — diejenige Grenze eintritt, bei welcher überhaupt nicht mehr ausgeathmet werden kann, also das Volumen gleich Null wird. Wird diese Grenze überschritten, so wird gegen die Absicht der betreffenden Versuchsperson aus der Exspiration eine Inspiration, und wird das Verfahren nicht sofort unterbrochen, so entsteht Apnoë in gezwungener Inspirationsstellung.

Als Beispiel dient mir dieselbe Versuchsperson. Auch hier füge ich zur Vergleichung die bei der Exspiration in verdünnte Luft gewonnenen Zahlen bei.

Kräftiger gesunder Mann mit 4000 Ccm. vitaler Lungencapacität. Das ausgeathmete Luftquantum, mit Einschluss des auf die Compression kommenden Ueberschusses, beträgt nach vorhergegangener tiefer Inspiration:

Bei Exspiration	
in um — $^1/_{30}$ [1]) Atmosphärendruck verdünnte Luft	5250 Ccm.
- - — $^1/_{60}$ - - -	4800 -
- Luft von gewöhnlichem (± 0) Atmosphärendruck	4000 -
- um + $^1/_{120}$ Atmosphärendruck comprimirte Luft	3460 -
- - + $^1/_{80}$ - - -	3190 -
- - + $^1/_{60}$ - - -	3000 -
- - + $^1/_{48}$ - - -	2150 -
- - + $^1/_{40}$ - - -	1025 -

Ich selbst mit einer Vitalcapacität von 3000 Ccm. exspirirte

bei einer Luftverdünnung von — $^1/_{30}$ Atmosphärendruck . . .	5500 Ccm.
- - - - — $^1/_{40}$ - . . .	5000 -
- - - - — $^1/_{60}$ - . . .	3900 -
- gewöhnlichem Luftdruck (± 0 Ueberdruck)	3000 -
- einer Luftverdichtung von + $^1/_{240}$ Atmosphärendruck . . .	2290 -
- - - - + $^1/_{120}$ - . . .	1730 -

Bei der Ausathmung in comprimirte Luft von $^1/_{120}$ Atmosphären-Ueberdruck hatte ich die Empfindung äusserster Anstrengung in der Brust.

Die Verminderung des ausgeathmeten Luftvolumens erklärt sich einfach aus dem Widerstande, welchen die comprimirte Luft der Exspirationskraft entgegensetzt. Der zur Ueberwindung des Widerstandes nothwendige Kraftaufwand geht für die eigentliche Exspirationsthätigkeit verloren; diese vermindert sich also im Verhältniss zu den zu überwindenden Widerständen, d. h. zur Höhe der Luftcompression. Wird diese endlich so gross, dass ihr Wider-

1) Vergl. die Anmerkung auf S. 269.

stand der Exspirationskraft gleichkommt oder sie übertrifft, so sinkt die Exspirationsthätigkeit auf Null oder unter Null (gezwungene Inspiration) herab, und das Ausathmen wird überhaupt unmöglich.

Die Differenz, um welche bei der Exspiration in comprimirte Luft das ausgeathmete Luftquantum gegen die vitale Lungencapacität zurückbleibt, kommt zunächst auf Kosten der Reserveluft. Wird die Compression gesteigert, so vermag sich der Thorax und die Lunge auch nicht mehr bis zur gewöhnlichen Exspirationsstellung zusammenzuziehen, und es bleibt noch ein Theil der Respirationsluft in den Lungen zurück. Endlich bei noch grösserer Steigerung der Compression vermag der Thorax sich nicht einmal mehr bis zur gewöhnlichen Inspirationsstellung zu retrahiren, sondern bleibt in einem Raum, welcher seiner sonstigen forcirten Inspirationsstellung entspricht, und in den Lungen bleibt ausser der Residualluft noch die Reserveluft, die Respirationsluft und selbst ein Theil der Complementärluft zurück.

Es ist ersichtlich, dass durch diesen Vorgang der Lungengaswechsel auf's äusserste gehemmt wird. Nicht nur, dass die Lunge sich ihrer Exspirationsluft nicht zu entlasten vermag, wird ausserdem noch die in ihr enthaltene Luft in eine erhöhte Compression — nämlich die der benutzten Luftverdichtung, mit der sie in Druckgleichgewicht tritt — versetzt und in ihrer Expansion behindert. Es erfolgt demnach ein starker Eingriff in den Mechanismus der Respiration, und aus diesem Grunde habe ich die in Rede stehende Methode der Exspiration in comprimirte Luft bisher niemals therapeutisch verwendet.

Dyspnoëtische oder zur Dyspnoë disponirte Individuen wären überhaupt diese Methode auszuführen unfähig. Wollte man sie dennoch versuchen, so müsste man mit sehr geringer Luftverdichtung beginnen und nur langsam dieselbe steigern.

Forlanini, der einzige, welcher die Exspiration in comprimirte Luft therapeutisch verwerthete (vergl. später), begann in der That nur mit einem geringen Ueberdruck von 5 Mm. Hg. = $^1/_{152}$ Atm.-Druck und stieg bis zu 12 Mm. Hg. = $^1/_{63}$ Atm.-Druck, ausnahmsweise jedoch bis zu 15 Mm. Hg. = ca. $^1/_{50}$ Atm.-Druck. Er giebt an, dass dies Verfahren leicht eingeübt und ohne Beschwerden ertragen wurde. Höchst wahrscheinlich ist dem Umstand, dass der Druck, mit welchem die Kur begonnen wurde, sehr geringfügig war und die Steigerung nur ganz allmälig geschah, die leichte Gewöhnung an die Procedur zuzuschreiben. Wollte man sofort einen höheren Druck, etwa $^1/_{80}$ — $^1/_{60}$ Atm.-Druck, anwenden, so würde dies von einem Kranken kaum ertragen werden.

2. Obgleich ich keine practischen Erfahrungen über diese Frage gesammelt habe, so glaube ich, lassen sich doch theoretisch gewisse Gesichtspunkte feststellen und manche Wirkungen erwarten.

Es ist kaum zweifelhaft, dass das Verfahren, mit Vorsicht methodisch angewandt, die Exspirationsmusculatur zu kräftigen im Stande ist. Demgemäss wird höchst wahrscheinlich die Exspirationskraft am Pneumatometer sich vermehrt zeigen, wenn nicht das folgende Moment in gleichem Masse reducirend wirkt.

Ob nämlich die Lungenelasticität durch die ihr entgegengesetzten mechanischen Hindernisse bei der Exspiration nicht noch mehr beeinträchtigt werde, ist sicherlich der Erwägung werth. Höchst wahrscheinlich mindestens wird dies für diejenigen Fälle, welche bereits einer verminderten Lungenelasticität verdächtig sind, seine Geltung haben. Ob in anderen Fällen gerade umgekehrt, ähnlich wie beim Muskel, durch erhöhte Widerstände die Elasticität gesteigert werden kann, erscheint mindestens zweifelhaft.

Sollten andere in dieser Richtung therapeutische Versuche anzustellen gesonnen sein, so würde ich wenigstens die allergrösste Vorsicht empfehlen müssen.

3. Auch über den Einfluss auf die vitale Lungencapacität stehen mir selbstverständlich keine practischen Erfahrungen zu Gebote. Sollte die Exspirationskraft gesteigert werden können, ohne dass die Lungenelasticität leidet, so könnte durch das Verfahren die Vitalcapacität in so fern vermehrt werden, als die gekräftigten Exspirationsmuskeln mehr Luft als früher aus den Lungen herauspressen, ihnen also einen Theil der Residualluft entziehen lernten.

Wird dagegen die Lungenelasticität durch das Verfahren beeinträchtigt, so kann sogar eine Verminderung der Vitalcapacität trotz gestärkter Exspirationsmuskeln sich einstellen.

In jedem Falle wird bei Anwendung des Verfahrens niemals eine Verkleinerung des Lungenvolumens für die gewöhnliche Respirationsstellung eintreten können; vielmehr lässt sich eine Vergrösserung desselben erwarten.

Da die Vergrösserung aber hauptsächlich, wie mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, die gewöhnliche Exspirationsstellung betreffen wird, so könnte, wenn nicht gleichzeitig auch die gewöhnliche Inspirationsstellung (z. B. durch gleichzeitige Inspiration comprimirter Luft) nach aussen rückt und erweitert wird, der Raum für die

Respirationsluft allmälig zu klein und dadurch nachhaltige Dyspnoë hervorgerufen werden.

Dies ist ein neues Moment, welches sehr zur Vorsicht mahnt.

Experimente mit am Gesichte luftdicht befestigter Maske.

Trotz meiner Versicherung, dass meine Experimente mit Masken angestellt werden, welche der Versuchsperson luftdicht anlagen, sind von manchen Seiten nicht nur Bedenken in dieser Beziehung ausgesprochen, sondern consequenterweise auch die von mir aus meinen Experimenten gezogenen Schlussfolgerungen angezweifelt worden (Simonoff, Josephsohn u. a.).

Um jedem Zweifel in dieser Frage ein Ende zu machen, wiederholte ich deshalb die oben mitgetheilten Versuche an einem jungen Collegen, meinem früheren Assistenten, mit der Modification, dass ich die Maske vor dem Anlegen mit Collodium bestrich, dann dieselbe fest an's Gesicht andrückte und aussen noch rings herum, wo die Maske dem Gesicht anlag, Collodium aufpinselte. Die Maske war hierdurch vollkommen luftdicht dem Gesichte aufgeklebt.

Inspirationskraft bei forcirter Athmung 140 Mm.
- bei langsamer Athmung 70—80 Mm.
- bei Einschaltung eines Hahns 72 Mm.

Exspirationskraft bei forcirter Athmung 170 Mm.
- bei langsamer Athmung 90—110 Mm.
- bei Einschaltung eines Hahns 100 Mm.

Die Vitalcapacität bei angelegter Maske, ohne dass dieselbe am Gesicht angeklebt ist, gemessen, beträgt 3700 Ccm.; genau eben so viel beträgt sie bei wiederholter Messung, nachdem die Maske durch Collodium am Gesichte luftdicht befestigt war.

Die Experimente führten zu folgenden Resultaten:

Bei Ausathmung in verdünnte Luft von — $^1/_{60}$ Atm.-Druck beträgt die Ausathmungsluft . . . . . 4100 Ccm.
Desgl. bei — $^1/_{40}$ Atm.-Druck . . . . . 4300 -
Dagegen bei Ausathmung in comprimirte Luft von $^1/_{48}$ Atm.-Druck sinkt sie auf . . . 3500 -
Die Einathmung aus dem Spirometer nach ruhiger Exspiration beträgt . . . . . 2500 -
Die Reserveluft ist demnach = 3700 — 2500 = 1200 -

Nach vorhergehender ruhiger Exspiration:

Einathmung comprimirter Luft von $^1/_{60}$ Atm.-Druck 3000 Ccm.
- - - - $^1/_{40}$ - 3200 -
- verdünnter - - —$^1/_{60}$ - 2200 -

Wir haben hier somit eine vollkommene Bestätigung der Resultate, welche wir bei einfach angelegter Maske erhalten haben:

Bei der Exspiration werden bei — $^1/_{40}$ Atm.-Druck Luftverdünnung 600 Ccm. mehr exspirirt, als die Vitalcapacität betrug. Zieht man hiervon $^1/_{40}$ von 4300 Ccm., als auf die Verdünnung kommend, ab, so bleibt noch ein Ueberschuss von 493 Ccm.

Bei der Inspiration comprimirter Luft von $^1/_{40}$ Atm.-Druck resultirt ein Ueberschuss von 700 Ccm. gegen die Athmung in die Atmosphäre. Nach Abzug von $^{3200}/_{40}$ Ccm. bleibt noch ein Rest von 620 Ccm., welche mehr eingeathmet sind, als sonst bei tiefster Inspiration möglich ist.

Zieht man auch noch den Antheil Luft ab, um welchen die Residualluft im letzten Falle comprimirt, im ersten verdünnt wurde, so bleibt — auch wenn man die Residualluft doppelt so gross schätzt wie die Vitalcapacität — noch bei der Ausathmung in verdünnte Luft ein Luftraum von mehr als 300 Ccm. zurück, um den sich der Thorax verkleinert, bei der Inspiration comprimirter Luft ein Raum von mehr als 400 Ccm., um den sich der Thorax ausgedehnt haben muss.

Bei Inspiration verdünnter Luft sowohl wie bei Exspiration in comprimirte Luft waren die Zahlen kleiner, als der Vitalcapacität entsprach.

Ich glaube, diese Resultate sind hinreichend, um auch den letzten Zweifel derer, denen es in Wirklichkeit allein um die Wahrheit zu thun ist, definitiv zu beseitigen.

Simonoff, der meine Experimente wiederholte — nach dem Tone seiner Schrift zu schliessen, schon in der vorgefassten Absicht, negative Resultate zu erhalten — benutzte statt der Maske ein Mundstück. In der That fand er meistentheils keine Vermehrung der ausgeathmeten Luft bei Exspiration in einen luftverdünnten Raum, desgleichen keine Erhöhung der Einathmungsluft bei Inspiration comprimirter Luft, und nur in manchen Fällen ergab sich ihm dennoch eine geringe Vermehrung, die er der Berücksichtigung nicht unterziehen will. Ich habe bereits wiederholentlich vor der Anwendung des Mundstücks gewarnt, weil bei Anwendung desselben der Isthmus palatinus einen Druck- und Zugmechanismus entfalten kann, welcher eine Druckausgleichung zwischen der Lungenluft und der Luft im Apparat und dadurch alle Wirkun-

gen der Luftcompression und der Luftverdünnung auf die Lunge total aufzuheben im Stande ist. Besonders eclatant beweisen dies meine oben (p. 149) mitgetheilten Experimente. S.'s Versuche entbehren deshalb, selbst wenn sie vorurtheilslos angestellt worden wären, jedes Werthes, ausser etwa, dass sie die Unbrauchbarkeit des Mundstücks von neuem demonstriren.

Mechanische Wirkung auf das Gehörorgan.

Im Anschluss an das vorhergehende will ich nur mit wenigen Worten der Vollständigkeit halber die Wirkungen erwähnen, welche die verschiedenen Anwendungsmethoden des pneumatischen Apparats auf das Gehörorgan ausüben.

Bei der Inspiration comprimirter Luft tritt, falls die Tuba Eustachii offen ist, so viel Luft zu der schon vorhandenen in dieselbe ein, dass der Luftdruck in derselben dem der zur Anwendung gekommenen Luftcompression entspricht. Es entsteht demnach eine Luftdruck-Differenz zwischen äusserem Gehörgang und Paukenhöhle, und das Trommelfell wird nach aussen gewölbt.

Das gleiche — nur noch in höherem Grade, weil hier der forcirte Exspirationsdruck hinzukommt — tritt ein bei Exspiration in comprimirte Luft. Ist in diesem Falle die Luftcompression erheblich, so ist der Effect gleich dem beim Valsalvaschen Versuch.

Die subjective Empfindung entspricht im allgemeinen diesem Vorgang. Ich muss jedoch bemerken, dass dieselbe bei den geringen Graden der Luftverdichtung, wie ich sie gewöhnlich zur Inspiration anwende, nur selten so bemerklich auftritt, dass die Patienten, ohne besonders darauf aufmerksam gemacht zu werden, sie beachten. Nur ausnahmsweise beobachtete ich, dass ohne Befragen von selbst über unangenehme Zerrung im Ohr geklagt wurde. Ein Kranker, welcher an perforirtem Trommelfell litt, bemerkte beim Einathmen comprimirter Luft deutlich das Ausströmen von Luft aus dem äusseren Gehörgang.

Bei der Inspiration verdünnter Luft und bei der Exspiration in verdünnte Luft lässt sich der umgekehrte Vorgang, d. h. Verdünnung der Luft in der Paukenhöhle und deshalb Ueberdruck im äusseren Gehörgang, erwarten — wieder unter der Voraussetzung, dass das Ostium und der häutige Theil der Tuba

Eustachii offen ist, oder wenigstens nicht so weit verschlossen, dass der Verschluss dem Ueberdruck der äusseren Atmosphäre zu weichen vermag. Ueber subjective Empfindungen im Ohr habe ich nicht klagen gehört.

Ich wollte alles dies nur andeutungsweise erwähnt haben und enthalte mich mit Fleiss, näher auf den Gegenstand einzugehen.

Auch die etwa zu erwartenden therapeutischen Erfolge bei Gehörkranken will ich nicht weiter in Erwägung ziehen. Sie scheinen mir nahe genug zu liegen, um die Otiatriker zu Versuchen anzuregen.

Mir selber begegneten unter meinen Kranken, bei denen ich die Inspirationen comprimirter Luft eines Lungen- oder Herzleidens wegen anwendete, mehrere, welche gleichzeitig an Schwerhörigkeit wegen Verschluss der Tuba Eustachii litten; diese beobachteten unter dem Gebrauche der comprimirten Luft eine Besserung ihres Gehörleidens.

Ich überlasse es den Otiatrikern, wie weit sie glauben, mit einfacheren Mitteln gleiche oder noch bessere Effecte zu erzielen. Mindestens, daran zweifle ich nicht, werden viel kleinere Apparate als der meinige, nach demselben Princip construirt, für sie vollkommen ausreichend sein. Nur darauf möchte ich auch sie aufmerksam machen, dass wir im pneumatischen Apparat ein Mittel haben, um den anzuwendenden Druck einerseits genau zu dosiren, andererseits gleichmässig zu erhalten — ein Vortheil, der den bisher in Anwendung gekommenen Methoden, so viel ich weiss, nicht zukam, und der sicherlich auch bei den Ohrkranken nicht gleichgültig ist.

Ich brauche wohl kaum zu erwähnen, dass wenn der pneumatische Apparat bei Gehörkranken zur Anwendung kommt, man sich nicht der gewöhnlichen Methoden der In- und Exspiration mittelst der Maske zu bedienen braucht, sondern dass man auch statt der Maske eine in die Nase zu steckende Röhre (gleich dem Politzer'schen Versuch) an den Hahn befestigen oder auch den Catheterismus der Tuba Eustachii damit verbinden kann. Der pneumatische Apparat dient alsdann als Reservoir für Luft in einem genau bestimmten Verdichtungsgrade.

Eben so wie mit der Tuba Eustachii lässt sich der erhöhte oder, was wohl häufiger in Rede kommt, der verminderte Luftdruck direct auf den äusseren Gehörgang appliciren und

so von aussen auf das Trommelfell mechanisch einwirken (Lucae[1]). Man braucht nur eine luftdicht in den äusseren Gehörgang eingepasste Röhre oder eine die Ohrmuschel luftdicht umschliessende Maske mittelst Schlauchs mit dem Hahn des pneumatischen Apparats zu verbinden, die Luft im Apparat durch Anhängen von Gewichten in gewünschtem Grade zu verdünnen und dann den Hahn zu öffnen. Es wird dann die Luft im äusseren Gehörgang in gleichem Masse verdünnt. Dadurch entsteht ein Ueberdruck der äusseren Luft, welche zur Herstellung des Gleichgewichts in die Tuba Eustachii — falls dieselbe nicht gegen aussen ganz abgesperrt ist (im gegebenen Falle könnte ja ein Bougiren der Tuba zur Wegsammachung derselben vorhergehen) — eindringt und das Trommelfell nach aussen wölbt.

Diese Andeutungen mögen genügen. Die Wirkungen des pneumatischen Apparats bei Affectionen der Respirations- und Circulationsorgane haben mich bisher so vollständig in Anspruch genommen, dass ich nicht dazu gelangen konnte, meine Untersuchungen auf Erkrankungen anderer Organe auszudehnen.

Sicherlich werden auch die Otiatriker von Fach viel besser als ich geeignet sein, die in Rede stehenden Untersuchungen auf ihre Specialität mit Vortheil auszudehnen.

Mechanische Wirkung auf das Herz und die Blutcirculation.

Wir haben gesehen, dass die Wirkungen, welche die verschiedenen Methoden der Anwendung des transportablen pneumatischen Apparats auf die Lungen und die Respiration ausüben, auf das exacteste, ja fast mit mathematischer Sicherheit sich bestimmen lassen, und dass sie deshalb mit Nothwendigkeit eintreten müssen, weil sie rein mechanische sind und auf physicalischen Gesetzen sich aufbauen. Wie die Kälte stets abkühlend, so muss ein Drucküberschuss auf elastische Wände stets ausdehnend, eine Druckverminderung dagegen zusammenziehend wirken. Hier gilt ein eisernes physicalisches Gesetz, dem organische wie anorganische Körper unterliegen; hier können weder Nerven noch Gefässe

1) Berliner klin. Wochenschr. No. 14 ff. 1874.

den Endeffect hindern; hier rechnen wir nicht mit unbestimmten Factoren und unberechenbaren Einflüssen, wie es leider sonst noch bei den meisten unserer Medicationen der Fall ist.

Hierin liegt die grosse Bedeutung rein physicalischer Heilmittel, mit denen sich die anderen dynamischen nicht messen können. Leider ist die Materia medica noch sehr arm an derartigen Mitteln, und um so berechtigter ist unsere Befriedigung, ein neues gewonnen zu haben.

Aber nicht blos der Gewinn eines neuen physicalischen Heilmittels ist es, welcher uns entgegentritt. Es kommt der weitere grosse Vorzug hinzu, dass wir im Stande sind, die mechanische Wirkung auch sofort durch mechanische Hülfsmittel zu berechnen und den Grad derselben zu bestimmen. Hier hat die Pneumatometrie, die Spirometrie, die Messung vorgearbeitet, und wir können somit an physicalischen Instrumenten in nackten Zahlen die erfolgte mechanische Wirkung darlegen. Wie das Thermometer uns die stattgehabte Abkühlung in Folge der applicirten Kälte, so zeigen uns Pneumatometer, Spirometer, Brustmessung und namentlich die Volum-Messungen am pneumatischen Apparat selbst in nicht zu verkennender Weise die erfolgte Druck- und Zugwirkung an.

Haben wir derart die Wirkung der pneumatischen Methoden auf die Lungen und die Respiration kennen gelernt, so ist es nunmehr meine Aufgabe, zu zeigen, dass in gleicher Weise auch eine directe mechanische Wirkung auf das Herz und die Blutcirculation durch jene verschiedenen Methoden ausgeübt wird, die in nicht minder exacter Weise zur Anschauung kommt. Auch hier sind es rein physicalische Gesetze, welche zur Geltung gelangen.

Ein kurzer Rückblick auf den Mechanismus der Respiration und Circulation wird uns sofort in medias res führen.

Die Physiologie lehrt bekanntlich, dass für den Mechanismus der Circulation dem Respirationsapparat eine nicht unwichtige Rolle zufällt. Die in den Brustkasten luftdicht eingefügten Lungen sind selbst in ihrer Exspirationsstellung nicht ihrer Elasticität entsprechend retrahirt, sondern ausgedehnt; in weit höherem Grade ist dies bei der Inspiration der Fall. Die übrigen, gleichfalls im Thorax eingeschlossenen Organe befinden sich deshalb dauernd unter einem negativen Drucke (bewirkt durch die Tension der elastischen Lungen, sich zu retrahiren), und zwar in geringem

Grade bei der ruhigen Exspiration, in höherem Grade bei der Inspiration und ganz besonders bei tiefer Inspiration. Dieser negative Lungendruck bewirkt ein Ansaugen des Blutes aus den Venen und setzt andererseits bei der Inspiration den Druck im Aortensystem herab.

Es ist leicht erkennbar, dass die Verhältnisse des Blutdrucks eine wesentliche Aenderung erfahren müssen, sobald die Druckverhältnisse in den Lungen durch Inspiration comprimirter oder verdünnter Luft, desgleichen durch Exspiration in verdünnte oder verdichtete Luft erheblich gegen die Norm modificirt werden. Es sind zwei bekannte Experimente, durch welche einige hierher gehörige Thatsachen von Physiologen bereits mit Sicherheit festgestellt sind. Schon Johannes Müller[1]) theilte mit, dass er durch möglichst tiefe, möglichst lang angehaltene Inspiration, während Mund und Nase geschlossen ist, seinen Puls zum Verschwinden bringen könne. Lässt man andererseits nach tiefer Inspiration einen forcirten Exspirationsversuch, der noch durch äussere Compression des Thorax mittelst der Arme (Ed. Weber) unterstützt werden kann, anstellen, dabei aber die Glottis verschliessen, so schwellen die Halsvenen strotzend an, Herzstoss und Puls verlangsamen sich und können auch hierdurch fast bis zum Verschwinden gebracht werden. Hauptsächlich sind es Ed. Weber[2]) und Donders[3]), die sich mit diesen Phänomenen, wie überhaupt mit der Einwirkung der Respiration auf die Circulation, eingehend beschäftigt haben. Es ist festgestellt worden, dass in dem ersten Joh. Müller'schen Experiment das Verschwinden des Pulses durch erhebliche Verminderung des Herzdruckes in Folge der starken Luftverdünnung in den Lungen und des dadurch enorm gesteigerten negativen Druckes bewirkt wird, während umgekehrt in dem zweiten Experiment der Druck im Aortensystem durch Compression der Lungenluft ausserordentlich gesteigert, aber auch der Abfluss des Blutes aus den Venen gehemmt wird, und es auf diese Weise zur Hemmung und allmälig zum Stillstand der Circulation kommt. Donders constatirt, dass durch das letzte Experiment der Druck

1) Lehrbuch der Physiologie. Bd. I. S. 198.

2) Ueber ein Verfahren, den Kreislauf des Blutes und die Function des Herzens willkürlich zu unterbrechen. Müller's Archiv 1851.

3) Beiträge zur Mechanik der Respiration und Circulation im gesunden und kranken Zustande. Zeitschr. für rat. Medicin. Neue Folge. Bd. III. u. IV.

auf das Herz und die grossen Gefässe bis auf 67—85 Mm. Quecksilberhöhe über den Atmosphärendruck gesteigert werden kann, während bei normaler Respiration jener Druck niedriger ist, als der einer Atmosphäre.

Schon aus diesen Experimenten ersehen wir zur Genüge, eine wie mächtige physiologische Wirkung die Luftcompression und Luftverdünnung in den Lungen auf das Herz und die gesammte Circulation auszuüben vermag, so dass sie selbst die Circulation zu hemmen oder ganz zu sistiren im Stande ist.

Mit Hülfe meines transportablen pneumatischen Apparats ist es nun möglich gemacht, die physiologischen Wirkungen der comprimirten und verdünnten Luft, sei es für die Inspiration, sei es für die Exspiration, die sie in ihren verschiedenen Graden auf die Circulation ausüben, zu studiren und diese Wirkungen als therapeutisches Agens mit genauster Dosirung zu verwerthen. Versuche an Gesunden und Kranken führten mich zu folgenden Resultaten, die in vollkommener Harmonie zu den physiologischen Thatsachen stehen, und die ich mir eben deshalb auch schon grossentheils theoretisch construirt hatte, ehe ich sie in praxi prüfte und in vollkommenem Einklang mit der Theorie fand.

1. Inspiration comprimirter Luft.

Bei der Inspiration comprimirter Luft wird der Druck in den Lungen verstärkt.

Diese Thatsache ist über jeden Zweifel erhaben.

Wir sahen, dass beim Einathmen comprimirter Luft Lungen und Thorax weit über dasjenige Volumen ausgedehnt wurden, welches sie sonst bei der grössten Anstrengung der Inspirationsmuskeln zu erreichen vermögen. Damit dies geschehen könne, muss nothwendigerweise ein mechanischer Druck von der inneren Oberfläche der Lungen nach aussen wirken, welcher grösser ist als der auf der äusseren Thoraxoberfläche lastende Atmosphärendruck. Sonstige Einflüsse, welche die Ausdehnung in anderer Weise über die Kraft der Musculatur hinaus bewirken könnten, liegen nicht vor.

Es ist nun mit Sicherheit anzunehmen, dass der Vorgang in folgender Weise stattfindet:

Thorax und Lungen werden zunächst durch die Inspirationsmuskeln nur bis zu ihrer normalen tiefen Inspirationsstellung aus-

gedehnt, so lange bis die Lungenluft, welche durch den geöffneten Mund in directer Communication mit der verdichteten Luft des pneumatischen Apparats steht, sich mit dieser in Druckgleichgewicht gesetzt hat. Ist sodann dieses Druckgleichgewicht eingetreten, so lastet auf der inneren Lungenoberfläche ein höherer Druck als auf der äusseren Thoraxwand, und diesem Druck giebt die elastische Lunge und der Brustkorb nach, unterstützt von der in ihrer Leistungsfähigkeit gekräftigten Musculatur.

Dass eine Ausgleichung des Drucks zwischen der Luft in den Lungen und der Luft im Apparat bei der offenen Communication beider nicht stattfinden sollte, ist physicalisch undenkbar. Man könnte höchstens einwenden: es sei möglicherweise nicht Zeit genug vorhanden, um die Ausgleichung des Drucks zur Realisirung zu bringen. Auch diese Annahme ist mit Sicherheit durch die angeführten Thatsachen widerlegt.

Ganz sicher bedarf es einer gewissen Zeit, ehe die Druckausgleichung eine vollständige ist, und diese Zeit wird eine um so grössere Dauer haben, je enger die Passage ist, auf welcher die comprimirte Luft zu den Lungen gelangt. Zunächst entsteht ja bei tiefer Inspiration eine erhebliche Luftverdünnung in den Lungen, die erst in dem Masse weicht, als neue Luft zuströmt. Die Druckdifferenz ist demnach beim Beginn der Inspiration noch ziemlich erheblich; sie gleicht sich erst allmälig im Verlaufe der Inspiration aus, und zwar um so schneller, je reicher die Luftzufuhr ist. Die Ausgleichung muss aber noch nothwendig im Verlaufe der Inspiration selbst erfolgt sein, sonst hätte die nur durch einen Drucküberschuss zu erklärende Brustausdehnung nicht bewirkt werden können.

Sehr klar ist dieses Verhältniss auch durch v. Cube dargelegt worden, welcher durch ein zwischen Apparat und Mundhöhle eingeschaltetes Manometer dieses Verhalten noch in directester Weise dem Auge sichtbar nachwies. Er konnte am Manometer zeigen, dass der vor der Inspiration mit der Luftcompression des Apparats übereinstimmende Quecksilberdruck des Manometers mit der beginnenden Inspiration zuerst erheblich, und zwar selbst bis auf Null, d. h. bis auf den gewöhnlichen Atmosphärendruck, plötzlich sank, sodann stieg und am Ende der Inspiration dem Druck der in Anwendung gekommenen Luftcompression gleich kam. — Denjenigen gegenüber, welche gern das zu bezweifeln geneigt

sind, was ihnen nicht ad oculos demonstrirt wird, selbst wenn es durch physicalische Gesetze gestützt wird, ist dieser Versuch v. Cube's von ganz besonders hohem Werth.

Es ist unter diesen Umständen natürlich von Wichtigkeit, was gleichfalls v. Cube zuerst urgirt hat, dass man den Verbindungsgliedern, welche die Communication zwischen Cylinder und Mundhöhle besorgen, — Schlauch, Hahnöffnung, Maskenansatz — ein genügend grosses Lumen giebt. Dass dasselbe an meinem Apparat den Anforderungen genügt, wird durch die mit Sicherheit erzielten mechanischen Wirkungen erwiesen.

Ich halte es nicht für nöthig, v. Cube's Vorschlag zu folgen, Ansatzstücke von verschiedener Weite je nach den individuellen Indicationen zu wählen. Besser, meine ich, ist es, die Druckdifferenz allein durch den Grad der Luftcompression zu dosiren und stets das gleiche Ansatzstück beizubehalten. Freilich kommt v. Cube wahrscheinlich nur deshalb zu seinem Vorschlage, weil er anstatt der Maske eventuell auch Mundstücke empfiehlt, bei denen, wenn man sie überhaupt anwendet, es sicherlich nicht gleichgültig ist, ob sie eng oder weit sind. Ich meinerseits muss mich überhaupt gegen die Mundstücke aussprechen und empfehle für alle Fälle die Masken. Bei diesen braucht man keine verschiedene Weite der Ansatzstücke.

Derselbe Umstand spricht gleichzeitig auch gegen die Anwendung der Mund- und Nasenstücke an Stelle der Maske. Während unter der Maske mit offenem Munde geathmet, also die Passage möglichst erweitert wird, ist sie beim Mund- und Nasenstück schon innerhalb dieser Ansatzstücke sehr verengt, und es kommt noch die verengte Passage durch den Isthmus glosso-palatinus oder die Nasengänge hinzu. Unter so bewandten Umständen ist es dann wohl möglich, dass das Zuströmen von Luft zu langsam erfolgt, um die volle Druckausgleichung während einer Inspiration zur Entfaltung kommen zu lassen. Dass ein Mundstück auch noch wegen der Mundhöhlenmusculatur die Druckwirkung zu beeinträchtigen vermag, habe ich bereits früher erörtert[1]). Wird aber die Druckwirkung beschränkt oder aufgehoben, so werden dadurch nicht nur die Wirkungen auf das Herz und die Circulation gehemmt, sondern zum grossen Theil auch diejenigen auf die Lungen und die Respiration, so weit sie nämlich durch den Ueberdruck hervorgerufen werden. (Ausdehnung des Thorax und deren Folgen.)

1) Vergl. S. 221.

Es ist endlich noch ersichtlich, dass eine volle Druckwirkung auch nur dann eintritt, wenn die Inspiration lange genug andauert. Ist jemand nicht im Stande, tief genug zu inspiriren, so kann es geschehen, dass in dem Momente, wo er die Inspiration unterbricht, noch nicht ein volles Druckgleichgewicht zwischen Apparat und Lungenluft eingetreten ist. In diesen Fällen wird aber auch die ausdehnende Wirkung auf die Lungen nicht voll zur Entwicklung kommen.

Für gewöhnlich jedoch — dies ist durch meine früher mitgetheilten Untersuchungen erwiesen — kommen, wenn die Kranken nicht sehr dyspnoëtisch sind, die Wirkungen auf die Lungen thatsächlich zu stande; folglich muss auch ein Drucküberschuss in den Lungen stattgefunden haben, und die Druckausgleichung muss schnell genug von statten gehen, um während der kurzen Zeit einer Inspiration ihre Wirkung ausüben zu können.

Wir dürfen demnach nach Erörterung der genannten einschränkenden Momente mit Sicherheit den Satz aussprechen, dass wo überhaupt die comprimirte Luft in einer allen Anforderungen genügenden Weise zur Anwendung kommt, auch nothwendig eine Druckverstärkung in den Lungen die Folge sein muss. Fehler im Apparat oder in der Anwendungsmethode (zu enge Verbindungsstücke, Benutzung von Mund- und Nasenstücken statt der Maske, Athmen mit wenig geöffnetem Munde oder allein mit der Nase unter der Maske u. a.) oder individuelle Störungen (Unfähigkeit, lang und tief einzuathmen) beeinflussen natürlich auch das Endergebniss, müssen aber für die Beurtheilung der physiologischen Wirkung eliminirt werden.

Die Drucksteigerung auf der Lungenoberfläche hat nothwendig einen Druck auf alle diejenigen Organe zur Folge, welche mit den Lungen in Contact stehen.

Man könnte diese Thatsache auf Grund des folgenden Raisonnements anzweifeln: Je mehr die Lungen über ihr Elasticitätsgleichgewicht mechanisch ausgedehnt werden, um so grösser wird der Elasticitätswiderstand, und dieser könnte bei starker Ausdehnung eine solche Höhe erreichen, dass er als negativer Factor dem positiven des Drucküberschusses das Gleichgewicht hält.

Das dieses Raisonnement falsch, ist unschwer zu erweisen. In der That wächst der Elasticitätswiderstand mit der zunehmenden Lungenausdehnung. Aber dieser Widerstand ist unmöglich so

gross, dass er dem Drucküberschuss das Gleichgewicht hält; denn wäre dies der Fall, dann könnte eine Ausdehnung der Thoraxwände nicht stattfinden. Um diese zu bewirken, müssen bedeutende Widerstände, die in der Starrheit der Wandungen und hauptsächlich noch in der Schwerkraft gelegen sind, überwunden werden; damit aber eine solche Arbeitskraft, welche diese Widerstände überwindet, geleistet werden könne, dazu muss eben noch ein Ueberschuss von Druck vorhanden sein über dasjenige Mass hinaus, welches zur Ueberwindung der Lungenelasticität aufzubieten ist.

Immerhin wird jedoch bei der Schätzung der zur Wirkung gelangenden Druckdifferenz die Lungenelasticität derart berücksichtigt werden müssen, dass sie die positive Druckdifferenz um einen gewissen Factor verringert, dessen Grösse zu berechnen ich ausser Stande bin.

Der gleiche Druck, welcher die Thoraxwand von innen heraus ausdehnt, muss nothwendig auch die übrigen Organe belasten, welche im Thoraxraum eingeschlossen sind. Hierher gehören das Herz und die intrathoracischen Gefässe, Arterien sowohl wie Venen.

Bei der gewöhnlichen und noch viel mehr bei der tiefen Inspiration wird, wie bekannt, der negative Lungendruck gesteigert, oder, was dasselbe ist, der intrathoracische Druck wird herabgesetzt. Die Lungenluft wird beim Beginn der tiefen Inspiration plötzlich verdünnt und die Luftverdünnung hält so lange an, als noch nicht Luft genug von aussen zugeströmt ist, um dem vergrösserten Lungenraum zu entsprechen. Dieser verminderte Luftdruck in den Lungen zusammen mit dem Retractionsbestreben der elastischen Lungen (Elasticitätscoefficient) üben einen Zug auf alle intrathoracischen Organe aus. Aus den Körpervenen wird zunächst mehr Blut — als während der Exspiration — in den Thorax aspirirt, und das Herz wird in seiner Contractionskraft gehemmt. Die Wandungen des Herzens — es sei mir eine etwas harte Bezeichnung zur Veranschaulichung des Vorgangs gestattet — werden gleichsam von allen Seiten nach aussen gezerrt oder besser angesogen, und diesem Aspirationszug müssen sie bei ihrer Contraction Widerstand leisten. So viel Kraftaufwand nun die Ueberwindung dieses Widerstandes erfordert, so viel geht an der Gesammtkraft der Herzcontraction für die Ausstossung des Blutes

verloren, und das Resultat ist: Herabsetzung des Drucks im Aortensystem während der Dauer der Inspiration.

Es ist ersichtlich, dass sich diese Verhältnisse sofort modificiren müssen, so wie statt gewöhnlicher Atmosphäre comprimirte Luft eingeathmet wird.

Hier tritt an die Stelle der Luftverdünnung in den Lungen eine Luftcompression. Der durch die ausgedehnten Lungen auf die mit ihr in Verbindung stehenden Organe sonst ausgeübten Saugkraft wirkt die Luftcompression entgegen, und diese kann, ist sie stark genug, sogar den negativen Aspirationszug in einen positiven Druck verwandeln.

Es muss selbstverständlich von dem Grade der Luftcompression abhängen, in welchem Masse eine Druckwirkung zu stande kommt. Nach Donders hält der negative Lungendruck bei einer möglichst tiefen Einathmung einer Quecksilbersäule von ca. 30 Mm. das Gleichgewicht. Dies entspricht ungefähr $^1/_{25}$ Atmosphärendruck und nach Gewichten an meinem pneumatischen Apparat berechnet 48 Pfund Belastung desselben (d. h. nach Abzug des Cylindergewichts noch Auflegen von 38 Pfund).

Würde man also diese letztere Compression in Anwendung bringen, so würde — von einzelnen einschränkenden Factoren, die oben besprochen, abgesehen — dieselbe gerade hinreichen, um den negativen Lungendruck auf Null zu reduciren. Wendet man eine noch stärkere Compression an, so würde der negative Lungendruck in einen positiven verwandelt, d. h. das Herz würde durch den Contact mit den Lungen für seine Contraction nicht nur nicht an Kraft verlieren, sondern sogar einen Zuwachs an Druckkraft von denselben erhalten.

Ist dagegen die benutzte Luftcompression kleiner als $^1/_{25}$ Atmosphärendruck, so kann zwar der negative Lungendruck nicht vollständig aufgehoben und noch weniger in einen positiven verwandelt werden; aber der negative Factor wird um so kleiner, als der positive Factor der Luftcompression ihn entlastet.

Betrachten wir den Verlust an Herzkraft, resp. die Druckverminderung während der Inspiration als physiologische Norm, so muss schon jede Verminderung dieses Verlustes als ein positiver Zuwachs der Herzkraft, oder als eine der Norm gegenüber gesetzte Druckvermehrung im Aortensystem angesehen werden.

Die Inspirationen comprimirter Luft setzen eine Druckvermehrung gegenüber den tiefen Inspirationen in gewöhnlicher Atmosphäre. Da nun bei diesen letzteren der Druck mehr verringert ist, als bei gewöhnlicher oberflächlicher Athmung, so wird erst bei Anwendung eines gewissen Grades von Luftcompression ein Ueberschuss von Druckkraft auch gegen die gewöhnliche Athmung erreicht sein. Wo dieser Grad anfängt, werden weitere physiologische Untersuchungen zu entscheiden haben. Bei derjenigen Luftcompression, die ich zu therapeutischen Zwecken zu benutzen pflege, ist derselbe bereits überschritten; denn ich erhielt die unzweifelhaften Beweise dafür am Pulse und bei der Inspection der Jugularvenen.

Uebrigens werden wir später sehen, dass bei richtiger ununterbrochener Anwendung der comprimirten Luft die Lungenluft sowohl bei der Inspiration wie bei der Exspiration in einem gewissen Verdichtungsgrade der Norm gegenüber sich befindet. Es kommt demnach in den Lungen gar nicht zu demjenige Grade der Luftverdünnung am Anfang der Inspiration, wie es sonst der Fall ist, also auch nicht zu einer dadurch bedingten wesentlichen Druckdifferenz.

Es ergiebt sich demnach als wichtige Schlussfolgerung:

1. Durch die Inspirationen comprimirter Luft wird die Arbeit des Herzens erleichtert, dadurch die Herzkraft für die Systole gesteigert und der Druck im Aortensystem erhöht.

Die Steigerung der Herzkraft und die Vermehrung des Drucks in den Arterien lässt sich auf's unzweideutigste am Pulse constatiren. Die Arterienwandungen erscheinen gespannt, der Puls wird hart.

Dieses Phänomen tritt bei genügender Compression — $^1/_{60}$ Atmosphärendruck reicht meist aus, zuweilen eine noch geringere Luftverdichtung — constant und regelmässig auf und ist meist so deutlich ausgeprägt, dass es selbst ungeübten gelingt, es mit dem tastenden Finger wahrzunehmen. Ich selbst habe es bisher in keinem Falle vermisst. Bei starker Luftcompression ($^1/_{40}$ Atmosphärendruck und darüber) wird die Härte des Pulses oft so bedeutend, dass die Arterie nur mit Mühe sich zusammendrücken lässt. Die Radialis kann bei bedeutender Steigerung der Luftcompression in einem so hohen Grade gespannt erscheinen, wie man es unter pathologischen Verhältnissen, selbst bei starker Hypertrophie des linken Ventrikels, selten zu beobachten Gelegenheit hat.

Die Erscheinung des harten Pulses ist für den tastenden Finger so auffallend, dass sie für sich allein schon beweisend genug ist. Dennoch stellte ich noch sphygmographische Untersuchungen und später auch directe Messungen der Pulsspannung mittelst

der von mir construirten Pulsuhr an, welche dieses Factum auf's vollkommenste bestätigten. Dieselben werden später mitgetheilt werden.

Zuweilen auscultirte ich das Herz während der Einathmungen comprimirter Luft und fand deutlich, dass die Herztöne lauter wurden.

Einen weiteren sehr werthvollen Beweis für die Druckzunahme im Aortensystem unter dem Gebrauch der comprimirten Luft hat noch Rosenstein geliefert. Derselbe fand bei Herzkranken, bei denen die Urinsecretion herabgesetzt war, dieselbe in Folge von Einathmungen comprimirter Luft in auffallender Weise sich vermehren. Die gleiche Beobachtung machte Kelemen, welcher eine mächtige Steigerung der Diurese unter dem Einfluss der Einathmungen comprimirter Luft bei einem Kranken mit eitrigem pleuritischen Exsudat constatirte.

2. Der Abfluss des Blutes aus den Venen in den rechten Vorhof wird durch die comprimirte Luft gehemmt und dadurch eine geringere Blutmenge demselben zugeführt.

Das Einströmen von Blut aus den grossen Venenstämmen in den rechten Vorhof wird, wie die Physiologie lehrt, durch die Aspirationskraft der Lungen in Folge ihres negativen Drucks sehr wesentlich unterstützt. Wird nun der negative intrathoracische Druck durch die Einathmung comprimirter Luft vermindert, so muss nothwendigerweise auch seine Saugkraft in dem gleichen Verhältniss herabgesetzt werden. Ist die Luftcompression eine so bedeutende, dass sie dem negativen Lungendrucke das Gleichgewicht hält — wie wir sahen, geschieht dies wahrscheinlich bei einem Ueberdruck von ungefähr $^1/_{25}$ Atmosphäre — so wird die aspirirende Kraft für die Entleerung der Venen vollkommen vernichtet. Wird die Luftcompression noch weiter über dieses Mass hinaus gesteigert, so resultirt ein Ueberschuss von Widerstand, welcher der vom Arteriendruck nach Ueberwindung der Widerstände in den Capillaren noch übrig gebliebenen vis a tergo sich entgegenstemmt und somit die gesammte Blutbewegung in den Venen an ihrer Wurzel bekämpft. Wir werden endlich bei weiterer Steigerung der Luftcompression zu einem Punkte gelangen, wo der positive Ueberdruck in den Lungen der vis a tergo das Gleichgewicht hält und sie vernichtet. An diesem Punkte muss das Leben aufhören.

Diese Betrachtung belehrt auf's deutlichste, ein wie heroisches Mittel wir in der comprimirten Luft besitzen, und wie vorsichtig

wir sein müssen in der Anwendung stärkerer Verdichtungsgrade. Wie bereits hervorgehoben, wende ich selbst für gewöhnlich nur einen Ueberdruck von $^1/_{60}$ Atmosphäre an und steige höchstens auf $^1/_{40}$ Atmosphäre; nur in äusserst seltenen Ausnahmen habe ich bisher zu therapeutischen Zwecken diesen Verdichtungsgrad überschritten.

Beobachtet man den entblössten Hals Gesunder oder Kranker, welche man comprimirte Luft einathmen lässt, so bestätigt die Inspection auf's unzweideutigste den erörterten Einfluss auf die Blutbewegung in den Venen.

Während man, besonders bei dazu qualificirten Subjecten mit oberflächlich liegenden Venen, unter normalen Verhältnissen deutlich die Entleerung der Jugularvenen und das Zusammensinken derselben während des Actes der tiefen Inspiration beobachten kann, so ändert sich dieses Verhältniss sofort bei Inspiration comprimirter Luft. Hier konnte ich deutlich sehen, dass die Jugularvenen nicht in normaler Weise zusammenfielen, und war die Luft, welche eingeathmet wurde, hochgradig comprimirt — $^1/_{40}$ bis $^1/_{30}$ Atmosphärendruck —, so blieben die Jugulares turgescent, ja wurden sogar als stark gefüllte Stränge hervorgewölbt, in der Weise, wie man es sonst nur bei forcirter Exspiration oder beim Valsalva'schen Versuch zu beobachten pflegt.

Die Inspection bestätigt somit vollkommen die ursprünglich auf dem Wege der Theorie gewonnene Thatsache.

Man könnte gegen das vorgetragene folgenden Einwand erheben: Es sei richtig, dass durch den Widerstand der comprimirten Luft die Aspiration von Blut aus den Venen gehemmt wird; aber dafür komme durch die vermehrte Druckkraft des Herzens ein plus von Kraft zur vis a tergo hinzu, welche den Verlust durch die mangelnde Aspiration zu ersetzen vermöge. Dass dies nicht der Fall ist, davon überzeugen wir uns auf's unzweideutigste bei der Inspection der Jugularvenen. Hier sehen wir klar und deutlich, dass in der That eine Stauung des Blutes in den Venen stattfindet, welche durch eine vermehrte vis a tergo keineswegs aufgehoben ist. Der Druckzuwachs im Aortensystem geht an den Widerständen verloren, welche aus der erhöhten Spannung der Arterien und der stärkeren Füllung der Capillaren resultiren. Ob noch ein Ueberschuss zur Beförderung des Blutlaufs in den Venen übrig bleibt, dies lässt sich schwer entscheiden. Wenn er vorhanden, so ist er jedenfalls zu klein, um den ungehemmten Widerständen, welche die comprimirte Luft der Entleerung der Jugulares entgegensetzt, das Gleichgewicht zu halten.

3. Unter dem Gebrauche der comprimirten Luft wird die Blutfülle im Aortensystem vermehrt. Die Arterien erscheinen umfänglicher; der Puls wird voller.

Wir sahen, dass unter dem Einfluss der Luftcompression die Contraction des Herzens erleichtert, seine Kraft erhöht wird. Dies betrifft sowohl die Vorhöfe wie die Ventrikel. Die Folge davon muss sein, dass durch die energischere Contraction auch die Entleerung des Blutes eine vollständigere werden muss. Es wird somit mit der Systole mehr Blut in das Aortensystem hineingeworfen als unter normalen Verhältnissen.

Hauptsächlich wird dies für die ersten Ventrikelsystolen gelten, welche unter dem Einfluss der comprimirten Luft zu stande kommen. Bei den späteren Herzcontractionen ist bereits durch die Verminderung des Blutzuflusses aus den Venen die Blutmenge im Ventrikel vermindert, also auch die in die Arterien mit jeder Systole einströmende Blutmenge herabgesetzt.

Die anfängliche Vermehrung des Blutzuflusses in die Arterien mit der gleichzeitigen dauernden Verminderung des Blutausflusses aus den Venen lässt aber immer noch einen über die Norm gesteigerten Blutreichthum in den Arterien zurück. Der tastende Finger überzeugt sich, dass die Radialis umfänglicher, der Puls voll geworden ist. Mittelst meiner Pulsuhr habe ich die Zunahme des Arterienumfangs sogar mit Zahlen belegen können (vergl. später).

4. Was die Grösse der Pulswelle betrifft, so verhält sich diese verschieden von der Füllung des Arterienrohrs. Bei der ersten Systole, die unter dem Einfluss der comprimirten Luft stattfindet, wird eine grössere Blutmenge in's Aortensystem hineingeworfen, als dies normal der Fall ist. Der durch diese Systole bewirkte Puls muss deshalb grösser sein als zuvor; wir erhalten somit anfänglich einen Pulsus magnus.

Dauert nun aber der Einfluss der comprimirten Luft fort, so wird wegen Abnahme des der rechten Herzhälfte zuströmenden Venenblutes mit jeder folgenden Systole — bis ein Kreislauf-Gleichgewicht eingetreten ist (vergl. sub 5) immer weniger Blut aus dem linken Ventrikel in die Aorta hineingepresst. Die Pulswelle muss deshalb kleiner werden. Sie wird kleiner, obgleich das Arterienrohr umfänglicher, d. h. voller als normal ist. Ja es ist klar, dass gerade weil die Arterie gefüllter als gewöhnlich ist, das Hinzuströmen einer kleineren Blutmenge eine um so kleinere Wellenerhebung bilden muss.

Bei aufmerksamer Betastung des Pulses konnte ich mit Evi-

denz die vorliegenden Verhältnisse feststellen: zuerst Pulsus magnus, dann immer kleinerer Puls, selbst zum Pulsus parvus übergehend, bei trotzdem bestehendem Pulsus plenus. Macht die Inspiration comprimirter Luft der Exspiration Platz, so wird der Puls während der Exspiration zuweilen grösser als er während der Inspiration war, und bleibt es noch mehr oder weniger lange Zeit nach dem Aussetzen der comprimirten Luft.

Diese Thatsache hatte ich in praxi bei meinen Untersuchungen gefunden, noch bevor ich mir in der Theorie von dem Grunde Rechenschaft zu geben vermochte. Sie erschien mir sogar — ich will es gern eingestehen — anfangs paradox, und doch erklärt sie sich, wie wir sahen, sehr einfach aus den stattfindenden Vorgängen.

Auch diese Verhältnisse, wie ich sie von vornherein darlegte, haben durch meine Pulsmessungen, die ich später mittheilen werde, die vollkommenste Bestätigung gefunden.

5. Die Vertheilung des Bluts im Organismus wird verändert und zwar derart, dass die im Thorax eingeschlossenen Organe, in specie der kleine Kreislauf innerhalb der Lungen, von Blut entlastet werden, und der grosse Kreislauf eine entsprechend grössere Blutmenge zugeführt erhält.

Diese Schlussfolgerung ergiebt sich von selbst aus den vorhergegangenen Prämissen.

Wir sahen, dass einerseits sofort beim Beginn der Einwirkung comprimirter Luft eine grössere Blutmenge in's Aortensystem einströmt, und dass andererseits der Abfluss von Blut aus den Venen in's Herz gehemmt wird. Nothwendig folgt daraus, dass um so viel der grosse Kreislauf an Blut reicher geworden ist, eben so viel der kleine Kreislauf an Blutfülle verloren haben muss.

Die Blutverarmung wird sämmtliche intrathoracischen Organe betreffen: die Lungen, die Herzkammern nnd Herzvorkammern, so wie die grossen Gefässe.

Die dem rechten Vorhof aus den Venen zugeführte Blutmenge ist bereits vermindert. Derselbe wird deshalb ein gleich vermindertes Blutquantum dem rechten Ventrikel überliefern und dieser dasselbe bei seiner Systole den Lungen zupumpen. Aus den Lungen gelangt die geringere Blutmenge in die linke Vorkammer, sodann in den linken Ventrikel. Ist dies geschehen, so erhält auch der grosse Kreislauf, wie wir bereits (ad 3 und 4) erörtert, mit jeder Systole weniger Blut zugeführt als vorher.

Die Luftcompression wird diejenigen Organe am meisten belasten, welche durch ihre Structur am wenigsten Widerstand zu leisten vermögen, am meisten die grossen Venenstämme und wohl die in den Lungen sehr oberflächlich liegenden Capillaren, viel weniger die dickwandigen elastischen Arterienstämme und am wenigsten die musculösen Vorkammern und zumal die Herzkammern selbst.

Die Compression der zur rechten Vorkammer führenden intrathoracischen Venenstämme wird theils, wie wir sahen, eine Stauung nach der Peripherie hin bewirken, theils wird sie die bereits in ihnen enthaltene und ihnen in vermindertem Masse neu zuströmende Blutmenge in die rechte Vorkammer befördern helfen, indem sie die dünnen Venen in ihrem Querdurchmesser mehr beeinträchtigt als die musculöse Vorkammer. Immerhin — das muss ich noch einmal, um missverständlichen Deutungen vorzubeugen, hervorheben — wird trotz dieser beförderten Entleerung des Bluts in die Vorkammer dennoch, unserer Beobachtung gemäss, die zuströmende Blutmenge im ganzen gegen die Norm vermindert sein müssen, weil die intrathoracischen Venenstämme sowohl wie der rechte Vorhof durch die Compression in ihrem Querdurchmesser verkleinert sind.

Der rechte Vorhof sowohl wie der rechte Ventrikel gewinnen — ebenso wie ich es vom linken gezeigt habe — für ihre Systole an Kraft wegen Verminderung des negativen Lungendruckes. Aber hier tritt der Entleerung des Blutes ein erhöhter Widerstand in den Pulmonalarterien und mehr noch in den Lungencapillaren entgegen, indem diese der Compression durch die verdichtete Luft gleichfalls unterworfen sind. Es ist möglich, ja vielleicht wahrscheinlich, dass dieser Widerstand den Zuwachs an Herzkraft gerade aufwiegt. Ich enthalte mich, diesen Gegenstand weiter zu erörtern, weil hier sichere Beobachtungen fehlen, und hypothetische Speculation an ihre Stelle treten müsste, die ich vermeiden will.

Was nun endlich die Entleerung des Lungenblutes aus den Lungenvenen in die linke Vorkammer betrifft, so muss dieselbe — hier betreten wir wieder einen sicheren Boden — durch die Luftcompression unterstützt werden, weil die membranösen Venen in ihrem Querdurchmesser von der comprimirten Luft mehr beeinträchtigt werden als die musculöse Vorkammer während ihrer Diastole.

Linker Vorhof und linker Ventrikel endlich erhalten, wie be-

reits ausführlich erörtert, von der comprimirten Luft einen Zuwachs an Contractionskraft, und die Entleerung ihres Blutes in den nicht künstlich belasteten grossen Kreislauf wird unterstützt.

Das Quantum Blut, um welches der grosse Kreislauf auf Kosten des kleinen sich bereichert, stammt zunächst, wie bereits hervorgehoben, aus den ersten Systolen des linken Ventrikels. Mit jeder Systole kann nur noch so lange mehr Blut als gewöhnlich abfliessen, als der linke Ventrikel noch die normale Blutmenge zugeführt erhält. Dies ist nach wenigen Systolen schon nicht mehr der Fall, nämlich dann, sobald die dem rechten Vorhof bei seiner ersten Diastole zugeflossene verminderte Blutmenge auf ihrem Wege bis zum linken Ventrikel gelangt ist.

Bei den nun später folgenden Herzcontractionen wird zwar weniger Blut als gewöhnlich den Arterien zugepumpt, aber der grosse Kreislauf bleibt dennoch wegen gehemmten Abflusses aus den Venen mit Blut überfüllt. Die Blutüberfüllung wird sich auf Arterien, Capillaren und Venen vertheilen.

Die Hemmung des Blutabflusses muss aber endlich eine gewisse Grenze erreichen. Die Luftcompression bei einem bestimmten Druck kann eben nur bis zu einem gewissen, diesem entsprechenden Grade den Querdurchmesser der intrathoracischen Venenstämme und des rechten Ventrikels verkleinern und somit die Blutzufuhr auch nur bis zu einem gewissen Grade beeinträchtigen. Ist die Blutmenge im kleinen Kreislauf endlich so weit vermindert, dass die dem rechten Vorhof bei seiner Diastole zufliessende Blutmenge seinem durch die äussere Compression verkleinerten Volumen entspricht, so ist ein Kreislauf-Gleichgewicht hergestellt, derart dass die mit jeder Systole des linken Ventrikels dem Aortensystem zugeführte Blutmenge gerade derjenigen entspricht, welche gleichzeitig durch die grossen Venenstämme in den rechten Vorhof abfliesst. Rechte und linke Herzhälfte werden dann wieder, wie normal, ganz gleiche Blutmengen enthalten. Bei diesem Kreislaufs-Gleichgewicht wird aber selbstverständlich der grosse Kreislauf seinen einmal gewonnenen Ueberschuss an Blut gegen den kleinen Kreislauf bewahren.

Die Entlastung des kleinen Kreislaufs von Blut wird gleichen Schritt halten mit dem Grade der in Anwendung gezogenen Luftcompression. Wir haben oben bereits angeführt, dass wir durch Steigerung der letzteren zu einem Punkte gelangen müssen, wo

die zum rechten Herzen strömende Blutmenge gleich Null wird, wo der Kreislauf also und mit ihm das Leben gänzlich unterbrochen wird.

Wollen wir diesen Vorgang mit einem medicinisch-therapeutischen Beispiele bezeichnen, so können wir uns nicht besser als folgendermassen ausdrücken:

> Die Luftcompression wirkt wie ein innerhalb des Thorax auszuführender Aderlass oder wie eine direct an der Lunge vorgenommene locale Blutentziehung, nur dass das den Lungen entzogene Blut dem Körper nicht verloren geht, sondern den übrigen Organen zu gute kommt, und früher oder später wieder eine Ausgleichung eintritt.

Drosdoff und Botschetschkaroff haben bei directer Besichtigung der Lunge eines Hundes nach vorsichtiger Resection eines Rippenstückes diese von mir gefundene Thatsache vollkommen bestätigt gefunden. Während der Inspiration comprimirter Luft beobachteten sie eine bedeutende Anaemie der Lungen: das Lungengewebe wurde blasser und „sogar ganz weiss".

6. Wir gelangen nunmehr zur Pulsfrequenz. Hier haben wir ein Gebiet erreicht, wo die rein mechanische Wirkung aufhört und die durch Nerveneinflnss bedingte vitale Thätigkeit in Geltung tritt. Merkwürdig genug, hier verlieren wir auch sofort den sicheren Boden, auf dem wir so lange Schritt für Schritt die Wirkungen der comprimirten Luft sich haben aufbauen sehen, wobei das Experiment und die Praxis den theoretischen Argumentationen, weil diese auf rein physicalische Gesetze sich stützten, auf's vollkommenste entsprach.

Die Pulsfrequenz ist zunächst allein abhängig von der Innervation und lässt sich nicht durch mechanische Einflüsse — wenigstens nicht unmittelbar und direct gleich dem Druck, der Blutfülle und der Blutvertheilung — in beliebige Bahnen ablenken. Je nachdem das Blut, welches die Medulla trifft, genügend oder ungenügend mit Sauerstoff geschwängert und von Kohlensäure befreit, je nachdem die Erregbarkeit im Nervencentrum grösser oder kleiner ist, abgesehen von noch anderen vitalen Einflüssen, auf die ich hier nicht näher einzugehen brauche, wird die Innervation zur Herzcontraction, resp. der Hemmungsnerveneinfluss häufiger oder seltener erfolgen, der Puls frequenter oder langsamer werden.

Im allgemeinen sehen wir, dass, wo das Blut aus irgend einem Grunde nicht genügend decarbonisirt wird, sei es wegen verminderten Zutrittes von Sauerstoff zu den Lungen (z. B. bei Stenose

des Larynx und der Trachea) oder wegen sonst gestörter Respirationsthätigkeit, sei es durch pathologische Processe gehemmter Blutcirculation, meistentheils die Pulsfrequenz vermehrt wird. Durch die Vermehrung der Herzcontractionen soll eine Beschleunigung des Kreislaufs und hiermit eine Compensation der Störung herbeigeführt oder wenigstens versucht werden.

Ich will an diesem gleichsam schematischen Beispiele nur zeigen, wie die Pulsfrequenz ganz eigentlich das reine Product der Innervation ist, in dem Masse, dass der lebende Organismus in der auf Nerveinfluss erfolgenden Regulirung der Zahl der Herzcontractionen einen Moderator gegen den im übrigen rein mechanischen Vorgang des Kreislaufs besitzt.

So wie wir aber mit dem Einfluss der Innervation zu rechnen haben, so verlassen wir denjenigen Boden, auf dem wir bisher ungestört von der vitalen Thätigkeit des Organismus die Wirkungen rein mechanischer Vorgänge haben verfolgen können. Hier begegnen uns auch wieder alle diejenigen Mängel und Schwankungen, mit denen wir sonst überall bei der Bestimmung der Wirkung unserer Heilmittel zu rechnen haben, hier hört jener Grad der Exactität auf, welcher rein physicalischen Vorgängen eigen ist.

Die Resultate, welche ich bei der Erforschung der Wirkung der comprimirten Luft auf die Pulsfrequenz erhielt, sind denn auch nicht im entferntesten so constant und so ausgeprägt, wie die vorhergehenden Resultate. Grösstentheils fand ich während der Inspiration comprimirter Luft, zumal bei gesunden Personen und bei stärkeren Graden der Luftcompression, die Pulsfrequenz verlangsamt, aber stets nur in geringem Grade, d. h. um wenige Schläge, etwa 4 — 10 in der Minute, selten mehr. In manchen Fällen jedoch konnte ich eine Herabsetzung der Pulsfrequenz überhaupt nicht beobachten, oder es schien sogar dieselbe um wenige Schläge vermehrt, dies letztere aber niemals so eclatant ausgesprochen, dass ich das Resultat als zweifellos exact, d. h. nicht durch besondere nervöse Einflüsse — Aufregung, Unruhe, Anstrengung etc. — bedingt ansehen konnte.

Die Prüfung der Pulsfrequenz während des Gebrauchs der comprimirten Luft ist nämlich ausserordentlich schwierig. Der zu untersuchende braucht, wenn er nicht sehr geübt ist, beide Hände, die eine zum Halten der Maske, die andere zum Hahnumdrehen. Will man seinen Puls fühlen, so darf man ihn blos die rechte

Hand zum Drehen des Hahns gebrauchen lassen, und ein Gehülfe muss ihm die Maske an's Gesicht drücken. Diese Manipulation setzt aber leicht eine Nervenerregung, welche an sich die Pulsfrequenz vermehrt, ganz unabhängig von dem Einfluss der comprimirten Luft.

Diejenigen Versuche, welche mir zuverlässig schienen, sind an gesunden kräftigen Personen angestellt, die bereits darauf eingeübt waren, mit der rechten Hand sowohl die Maske sich vor dem Gesichte zu halten, als auch selbständig den Hahn zu reguliren. Bei diesen Versuchen erhielt ich, wie gesagt, grösstentheils eine Verlangsamung der Pulsfrequenz.

Bei Kranken dagegen, deren Puls so schon leicht durch das Betasten beschleunigt wird, fand ich dagegen viel häufiger eine Abweichung von dieser Regel, zuweilen selbst eine erhebliche Frequenzvermehrung.

Ich muss bemerken, dass ich den Puls so zählte, dass ich auch die während der Exspiration erfolgenden Pulsschläge mit in Anrechnung brachte. Versuchte ich, was sehr schwierig, die Frequenz des Pulses während der Inspiration mit der während der Exspiration zu vergleichen, so schien mir zuweilen während der letzteren die Frequenz etwas gegen die erstere vermehrt. Indess ist die Differenz nicht so beträchtlich, dass der Puls deshalb schon dem tastenden Finger unregelmässig erscheint; sie betrug etwa 1 bis höchstens 2 Schläge während 5 Secunden. Deutlich ausgesprochen fand ich sie überhaupt nur bei starker Luftcompression, $^1/_{40}$ Atmosphärendruck und darüber. Viele Untersuchungen führten überdies zu keinem brauchbaren Resultat.

Die Unsicherheit des Resultats in betreff der Pulsfrequenz zeigt sich auch bei dem früher erwähnten Weber'schen Experiment der forcirten Exspiration bei geschlossener Glottis. Ed. Weber und Donders erhielten bei demselben entgegengesetzte Resultate. Ersterer fand vor dem Verschwinden des Pulses eine Verlangsamung, letzterer eine Beschleunigung der Pulsfrequenz.

Die Beobachtung, dass die Pulsverlangsamung nicht im mindesten so constant und, wo sie vorhanden, keineswegs so bedeutend ist, wie die übrigen rein mechanischen Wirkungen auf das Herz und den Puls, führt mich dahin, den Einfluss der comprimirten Luft auf die Pulsfrequenz für einen verhältnissmässig weniger wichtigen zu halten. Sollten andere Experimentatoren vielleicht häufiger eine Erhöhung oder ein Gleichbleiben der Pulsfre-

quenz als eine Verlangsamung finden, so würde ich das Offenbleiben dieser Streitfrage durchaus nicht für sehr wesentlich erachten.

In der That fand Sommerbrodt während der Einathmung comprimirter Luft die Pulsfrequenz in der Regel vermehrt, und das gleiche wurde bei Thierexperimenten von Drosdoff und Botschetschkaroff so wie von Lambert beobachtet.

Aus der Pulsfrequenz einerseits und dem bei jeder Systole ausströmenden Blutquantum andererseits berechnet sich die Schnelligkeit des Blutlaufs.

Das mit der Systole in's Aortensystem geworfene Blutquantum ist, wie wir sahen, für die ersten Herzcontractionen vermehrt, sodann vermindert. Eine Verminderung der Pulsfrequenz bei vermehrtem Blutquantum kann die Schnelligkeit des Blutlaufs entweder vermindern, oder gleich lassen, oder vermehren, je nachdem der Factor der Pulsfrequenz oder der der Blutvermehrung überwiegt. Für die ersten Systolen bleibt demnach das Resultat unbestimmt; da wir die Grösse der in Rede stehenden Factoren nicht zu berechnen vermögen. Für die späteren Systolen jedoch, wo die mit jeder Herzcontraction sowohl aus dem rechten wie aus dem linken Ventrikel strömende Blutmenge verkleinert ist, folgt, wenn, wie wir fanden, gleichzeitig die Pulsfrequenz verlangsamt ist, mit Nothwendigkeit, dass die Schnelligkeit des Blutlaufs herabgesetzt sein muss.

Da die Schnelligkeit des Blutlaufs nach dem Bedürfniss der Sauerstoffzufuhr und Kohlensäureabfuhr einzig und allein vom Nervensystem regulirt wird, so wäre schon hieraus der Wahrscheinlichkeitsschluss gerechtfertigt, dass bei Inspiration comprimirter Luft die Oxygenirung und Decarbonisation des Blutes vollständiger erfolgt, als unter normalen Umständen, und dadurch das Bedürfniss nach einem schnellen Blutlauf abgeschwächt, d. h. derselbe verlangsamt wird. Dass in der That ein solcher Vorgang statt hat, indem bei Einathmung comprimirter Luft die Lungenventilation erheblich vermehrt wird, haben wir oben bei der Betrachtung der Wirkung auf die Respiration gesehen. Dies steht also im Einklang mit unserem Wahrscheinlichkeitsschluss.

Obgleich demnach, das dürfen wir noch hinzufügen, weniger Blut mit jeder Systole des rechten Ventrikels gegen normal in die Lungen strömt, so ist die Ventilation der Blutgase im ganzen dennoch vollständiger als vorher beim Einströmen einer grösseren

Blutmenge. Wäre dies nicht der Fall, so hätte das Nervensystem auf den Eingriff in die Blutventilation mit wesentlicher Vermehrung der Herzcontractionen geantwortet.

Diese Betrachtung vermag uns zugleich einen Fingerzeig zu geben, weshalb die Resultate in betreff der Pulsfrequenz nicht vollkommen constant sind. Ganz abgesehen von den schon erwähnten zufälligen nervösen Einflüssen muss die in höherem oder geringerem Grade vermehrte Lungenventilation einen Einfluss üben. Wir können uns sehr gut den Fall vorstellen, dass die Steigerung des Lungengaswechsels gerade nur so weit ausreicht, um bei gleichbleibender Pulsfrequenz die durch die Verminderung der Blutzufuhr herbeigeführte Störung zu compensiren; oder sogar, dass sie allein für diese Compensation überhaupt nicht ausreicht und deshalb noch eine geringe Vermehrung der Pulsfrequenz zur Erhaltung des Gleichgewichts der Blutventilation erforderlich ist. Auf diese Weise lassen sich die Abweichungen in betreff der Pulsfrequenz von dem gewöhnlichen Modus erklären. Zumal bei Kranken, die an den Respirations- oder Circulationsorganen leiden, können noch so abnorme Verhältnisse hinzutreten, dass das Endresultat dadurch wesentlich beeinflusst wird.

7. Es erübrigt mir noch, die Dauer der Wirkung bei Einathmung comprimirter Luft zu besprechen.

Die Inspirationen comprimirter Luft wechseln ab mit Exspirationen in die gewöhnliche Atmosphäre. Die Voraussetzung scheint deshalb berechtigt, dass auch die Druckwirkung keine continuirliche sei, sondern intermittire. Wäre diese Annahme richtig, so müsste der Einfluss der comprimirten Luft auf das Herz und die Blutcirculation sehr wesentlich an Werth verlieren.

Erfreulicherweise lässt sich aber nun positiv nachweisen, dass eine solche Intermittenz der Wirkung nicht statt hat.

Zunächst gelingt der Nachweis durch die einfache Beobachtung. Alle oben beschriebenen Phänomene am Herzen, am Pulse und an den Venen, die durch Inspection, Palpation und Auscultation wahrnehmbar sind, dauren auch während der Exspiration, also während der Intervalle der Inspiration comprimirter Luft, fort. Freilich lassen sich zuweilen bei genauerer Beobachtung Differenzen in der Intensität der einzelnen Erscheinungen zwischen In- und Exspiration beobachten; niemals aber so verschiedene Phänomene, dass sie entgegengesetzten Wirkungen entsprechen. Der Puls bleibt

gespannt und voll. Zuweilen erscheint er bei der Exspiration etwas grösser als gegen Ende der Inspiration, zuweilen in der Höhe der Welle unverändert oder etwas verkleinert. Die Venen sind bei In- und Exspiration gleich turgescent; die Herztöne in gleicher Weise verstärkt.

Dem Nachweis durch die directe Beobachtung entspricht die theoretische Deduction.

Lassen wir comprimirte Luft inspiriren, so wird, wie wir sahen, eine viel grössere Luftmenge in die Lungen eingeführt, als dem Grade der Luftcompression und dem Volumen der Lungen bei gewöhnlicher tiefer Einathmung entspricht. Lässt man nun in die gewöhnliche Atmosphäre exspiriren, so muss die in ihrem Volumen sehr vermehrte Lungenluft in einer gleichen Zeiteinheit ein gegen sonst nicht weiter gewordenes Ausflussrohr, die Bronchen und die Trachea, passiren. Dies muss nothwendigerweise den gleichen Effect haben, als ob nach gewöhnlicher Einathmung in comprimirte Luft hinein exspirirt würde. Jedenfalls kann man stets diesen Effect bewirken, wenn man schnell und tief exspiriren lässt, ihn dagegen abschwächen durch langsame Exspiration.

Nun werden wir im folgenden sehen, dass die Exspiration in comprimirte Luft auf das Herz und die Blutcirculation einen analogen Effect ausübt wie die Inspiration comprimirter Luft. Es dauert demnach die bei der Inspiration beginnende Wirkung der comprimirten Luft auch während der Exspiration fort. Die Wirkung ist demnach continuirlich, möglicherweise in der einen Phase intensiver als in der anderen.

Es ist nicht einmal nothwendig, dass der Druckeffect während der Inspiration der comprimirten Luft stärker hervortritt als während der darauf folgenden Exspiration in die gewöhnliche Atmosphäre. Ich werde nämlich zeigen, dass bei der Exspiration schon viel geringere Compressionsgrade eine weit stärkere Druckwirkung hervorrufen als grössere bei der Inspiration. Lässt man deshalb Luft, die nicht sehr stark comprimirt ist, einathmen, so kann die Druckwirkung bei der Ausathmung, zumal wenn dieselbe sehr schnell und energisch geschieht, die der Einathmung sehr wohl überragen.

In der That beobachtete ich auch dem entsprechend gar nicht selten den Puls während der Exspiration härter und voller, die Venen strotzender werden als bei der Inspiration.

Im grossen und ganzen bethätigt sich demnach die Druck-

wirkung während des Gebrauchs der comprimirten Luft continuirlich in derselben Richtung.

Zuntz hat bei Hunden, welche er comprimirte Luft inspiriren liess, die Athemcurve niederschreiben lassen und fand, dass der Verlauf derselben meine Anschauung von der Fortdauer der Compressionswirkung auch während der Exspiration vollkommen bestätigte.

Es fragt sich nun noch: wie lange hält sie nach dem Gebrauche noch an? Hier verlassen wir wieder den sicheren Boden der durch Theorie und Experiment in exacter Weise zu erforschenden Thatsachen. Hier tritt wieder unsere gewöhnliche auf Erfahrung sich gründende ärztliche Beobachtung in ihr Recht. Grösstentheils fand ich folgendes:

Die erhöhte Spannung des Pulses und vermehrte Fülle des Arterienrohrs, gewöhnlich verbunden mit einer grösseren Pulswelle, dauerte meist nach dem Gebrauche der comprimirten Luft fort. Wie lange? kann ich nicht sagen. Jedenfalls ist die Zeitdauer je nach dem Krankheitscharacter und der Individualität verschieden. Eine halbe bis eine Stunde nach dem Gebrauche der comprimirten Luft war die Wirkung meist noch wahrnehmbar. Es ist mir wahrscheinlich, dass mit dem häufigeren Gebrauche die Wirkung immer mehr andauernd wird. Wenigstens beobachtete ich häufig genug, zumal bei Herzkranken, eine dauernde Steigerung in der Spannung und Fülle des Pulses, derart, dass die Nachwirkung der vorhergehenden Sitzung noch nicht beendet war, als die folgende begann. Wenn die Cur lange genug gebraucht wurde, so konnte oft auf Wochen und Monate eine Nachwirkung beobachtet werden.

Ich will mich nicht vermessen, dieses Factum ausgiebig zu erklären, da hierzu genügende Anhaltspunkte fehlen. Nur möchte ich darauf hinweisen, dass meine Beobachtungen an chronisch kranken gemacht sind, bei denen die Blutcirculation und Blutvertheilung pathologisch war. Ebenso wie die pathologische Blutvertheilung meist nicht plötzlich, sondern allmälig eingetreten ist, so kann sie auch durch mechanische Einwirkung — wo überhaupt noch eine solche erfolgreich ist — allmälig regulirt werden. Die Regelung kann mehr oder weniger lange Zeit anhalten, je nach dem vorliegenden Krankheitsprocess und je nach den noch fortdauernd einwirkenden Störungen. Endlich, wenn diese überwiegen, wird allmälig, oder bei einer acut sich geltend machenden Noxe plötzlich die krankhafte Blutvertheilung sich wieder ausbilden. Es

herrscht hier dasselbe Verhältniss, wie bei der Wirkung anderer Medicamente. Wie lange über ihren Gebrauch hinaus sie bei chronisch kranken ihre heilsame Nachwirkung entwickeln, hängt von so vielen verschiedenen, nicht vorher zu berechnenden Umständen ab, dass diese Frage gewöhnlich unerledigt bleiben muss.

Nur einen einzigen nicht unwichtigen Punkt kann ich mich nicht enthalten wenigstens zu erwähnen. Ich halte es nämlich für wahrscheinlich — exact beweisen kann ich es leider nicht — dass durch den Gebrauch der comprimirten Luft nicht nur der gestörte Blutlauf zeitweise regulirt wird, sondern dass auch die Herzmusculatur nachhaltig an Kraft gewinnt.

Wie ein jeder andere Muskel durch tägliche methodische Uebung an Kraft und Volumen sich bereichert, so lässt sich dies in gleicher Weise vom Herzmuskel erwarten. Auch dieser wird, wie wir sahen, jedesmal während der Anwendung der comprimirten Luft zu stärkeren Contractionen, also zur erhöhten Thätigkeit, mechanisch angeregt und zu derselben gleichsam geübt. Diese Gymnastik des Herzmuskels — ein solcher Ausdruck mag mir gestattet sein — täglich regelmässig und methodisch fortgesetzt, muss höchst wahrscheinlich den Herzmuskel in seiner Structur und Leistungsfähigkeit kräftigen. Ob der Herzmuskel hierbei derart an Volumen zuzunehmen vermag, dass er allmälig mehr oder weniger hypertrophisch wird, bleibe dahin gestellt. Jedenfalls wird die Tendenz des Herzmuskels zu einer compensatorischen Hypertrophie, zumal wo dieselbe schon in natura besteht, durch die Anwendung der comprimirten Luft unterstützt werden. Ebenso können Störungen einer schon bestehenden Compensation durch die pneumatische Methode corrigirt werden.

Als Anhaltspunkt zur Stütze meiner Annahme kann ich nur anführen: erstens die nachhaltige Steigerung der Pulsspannung und zweitens den damit zusammenhängenden, oft ausserordentlich eclatanten und längere Zeit andauernden therapeutischen Erfolg. In einigen Fällen konnte ich sogar auch durch die Percussion eine Verbreiterung der Herzdämpfung constatiren. Ich weiss, dass diese Beweise nicht genügen, um einen vollkommen sicheren Schluss zu begründen; sie mögen aber wohl ausreichend sein, um einen Wahrscheinlichkeitsschluss zu gestatten.

Nur unter der Annahme einer nachhaltigen Steigerung der Herzkraft scheint es mir leichter zu erklären, weshalb die Druckwirkung

gewöhnlich auf längere Zeit den Gebrauch der comprimirten Luft überdauert. Ohne diese Annahme bleibt die Erklärung ungenügend.

Findet eine Steigerung der Herzkraft in Wirklichkeit statt, so wird dieselbe höchst wahrscheinlich die Musculatur sowohl der rechten wie der linken Herzhälfte und der Kammern sowohl wie der Vorkammern betreffen.

Nach der ersten Veröffentlichung meiner Beobachtungen „über die mechanische Wirkung des transportablen pneumatischen Apparats auf das Herz und die Blutcirculation“ erschien von Dührssen eine Entgegnung, worin er die von mir ausgesprochenen Anschauungen bekämpfte.

Ich muss zunächst dagegen protestiren, dass auf Grund theoretischer Deductionen Thatsachen, die von mir beobachtet sind, einfach negirt werden. Wenn meine mitgetheilten Thatsachen mit Dührssen's theoretischen Anschauungen nicht harmonirten, so hätte D. entweder meine Beobachtungen durch neue, ein entgegengesetztes Resultat ergebende widerlegen oder sie mit seiner Theorie in Einklang bringen müssen, anstatt sie einfach zu beseitigen. Gelang ihm dies nicht, so hätte er daran denken müssen, dass seine mit der Erfahrung nicht übereinstimmenden Hypothesen wohl auf fehlerhafter Grundlage aufgebaut sein könnten.

In der That enthalten die theoretischen Beweisführungen Dührssen's wesentliche Irrthümer, welche zu den falschen Schlussfolgerungen Veranlassung boten. Dührssen giebt zwar zu, dass unter dem Einfluss der comprimirten Luft der Puls gespannter werden müsse, läugnet aber, dass er voller werde, und dass der Abfluss des Blutes aus den Venen in's rechte Herz eine Hemmung erleide. Ich kann unmöglich auf die Arbeit Dührssen's Punkt für Punkt eingehen, weil ich sonst schon ausführlich erörtertes von neuem wiederholen müsste, und kann deshalb nur auf meine obige Darstellung verweisen, aus welcher die irrthümlichen Einwürfe Dührssen's sich von selbst erledigen.

Nur wenige Punkte muss ich besonders erwähnen. Dührssen giebt zu, dass unter dem Einfluss der comprimirten Luft die Durchmesser der zuführenden Venen sich verkleinern müssen, meint aber, dass dies compensirt werde dadurch, dass der Thorax sich über die Norm ausdehne, und der negative Lungendruck vermehrt werde. Ich habe dem gegenüber gezeigt, dass bei der Ausdehnung des Thorax mittelst der comprimirten Luft der negative Druck im Gegentheil herabgesetzt werde. Mag sich der Thorax ausdehnen, so weit wie er wolle, immerhin wird, wie Dührssen selbst zugiebt, der Durchschnitt der zuführenden Venen verkleinert sein, und deshalb muss mit Nothwendigkeit die in einer bestimmten Zeiteinheit durchfliessende Blutmenge ceteris paribus sich vermindern. Die grössere Ausdehnung des Thorax schafft keinen neuen Zufluss unbekannter Venen — wenigstens unterlässt Dührssen uns solche nachzuweisen — sondern das Blut muss auf denselben Wegen wie früher zu ihnen passiren, und findet es diese Wege verengt, so wird eben weniger zufliessen.

Dührssen giebt ein solches Verhältniss selbst zu für den Fall, dass die Luftcompression so weit gesteigert wird, dass der negative Lungendruck in einen positiven verwandelt wird. Glaubt er, dass bei diesem Grade der Luftcompression plötzlich ein gewaltiger Sprung in ihrer Wirkung geschieht? Es widerspricht allen mathematischen und physicalischen Gesetzen, einen solchen Sprung für möglich zu halten. Die Wirkung muss sich vielmehr allmälig gradweise vollziehen je nach dem Grade der angewandten Luftcompression.

Wenn Dührssen meint, wir könnten bei der Anwendung der comprimirten Luft, wenn meine Annahme wahr wäre, zu einem Grade der Wirkung gelangen, mit dem der Kreislauf und das Leben überhaupt unverträglich wäre, so stimme ich ihm allerdings bei, wie meine früheren Deductionen zeigen. Dieser Fall kann aber nur dann eintreten, wenn eine so hochgradige Luftcompression verwandt wird, wie sie therapeutisch unzulässig ist. In einem solchen Falle würde der Kreislauf sofort plötzlich unterbrochen werden, sobald nämlich der intrathoracische Druck so weit in einen positiven verwandelt ist, dass derselbe der vis a tergo das Gleichgewicht hält und den Zufluss von Blut aus den Venen sistirt.

Bei der Anwendung geringerer Luftcompression dagegen kann ein solcher Fall nicht eintreten. Immer wird sich die zu- und abfliessende Blutmenge nur bis zu einem gewissen Grade verringern, bei welchem dann beide Herzhälften ganz gleiche Blutquanten enthalten. Eine Cumulation der Wirkung, gleichsam ein allmäliges Auspumpen des kleinen Kreislaufs in den grossen hinein, wie es sich Dührssen vorstellt, kann unmöglich stattfinden. Es kommt eben bald, wie ich gezeigt habe, zu einem Blutlauf-Gleichgewicht. Nur bei den ersten Systolen wird ein Missverhältniss zwischen der Blutmenge, welche in den Vorhof eintritt und aus dem linken Ventrikel ausfliesst, bestehen. Sehr bald wird dasselbe ausgeglichen sein, und es wird der grosse Kreislauf mehr Blut als früher, und der kleine um so viel weniger enthalten.

Dass die Blutvertheilung zwischen grossem und kleinem Blutlauf in dieser Weise verändert werden kann ohne Gefährdung des Lebens, wird doch sicherlich Dührssen zugeben; beruhen ja doch zahlreiche pathologische Veränderungen auf derartiger krankhafter Blutvertheilung, und wollen wir ja gerade durch die Anwendung der comprimirten Luft bei Kreislaufsstörungen diese auf mechanischem Wege beseitigen helfen.

Auf ähnlichen Irrthümern, wie die genannten, beruhen die Einwürfe Dührssen's gegen meine Deductionen über die Wirkung der verdünnten Luft auf das Herz und die Blutcirculation. Ich werde deshalb auf dieselben nicht wieder zurückkommen.

2. Exspiration in comprimirte Luft.

Schon bei gewöhnlicher Exspiration ist der negative Lungendruck erheblich niedriger, als bei der Inspiration. Es bedarf hier demnach nur einer viel geringeren Drucksteigerung der Athemluft,

um den negativen Lungendruck noch erheblicher herabzusetzen oder ihn selbst in einen positiven zu verwandeln. Alle oben beschriebenen bei der Inspiration comprimirter Luft eintretenden Einwirkungen auf das Herz und die Blutcirculation machen sich deshalb bei der Exspiration in comprimirte Luft noch in viel höherem Masse geltend, oder, was dasselbe ist, schon weit geringere Grade der Luftcompression bei der Exspiration vermögen einen gleichen Effect auf den Circulationsapparat auszuüben, wie höhere Grade bei der Inspiration.

Da die Exspiration in comprimirte Luft bisher therapeutisch nur wenig — allein von Forlanini — zur Anwendung gekommen ist, so kann ich mich bei der Beschreibung der einzelnen Erscheinungen, zumal dieselben bei der Inspiration comprimirter Luft ausführlich dargelegt sind, sehr kurz fassen.

1. Der Druck im Aortensystem wird erhöht. Die Arterienwandungen sind gespannt. Der Puls ist hart. — Die Härte des Pulses tritt dem tastenden Finger selbst bei geringer Luftcompression schon ausserordentlich prägnant entgegen.
2. Der Abfluss des Blutes aus den Venen in den rechten Vorhof wird gehemmt. Die Jugularvenen treten als dicke, gefüllte Stränge hervor, ähnlich wie beim Valsalva'schen Versuch.

Die schon bei gewöhnlicher Exspiration verminderte intrathoracische Aspirationskraft wird bereits durch eine geringe Drucksteigerung vernichtet werden können. Es tritt dann ein Moment ein, wo der Ausfluss des Blutes aus den Venen nur noch durch die vis a tergo bedingt wird. Wird der Druck für die Exspiration noch weiter erhöht, so wird derselbe endlich auch der vis a tergo, obgleich dieselbe durch Erhöhung des Drucks im Aortensystem verstärkt ist, das Gleichgewicht halten, und der Blutlauf wird dann plötzlich sistirt.

Oder in anderer Weise ausgedrückt: Durch die Luftcompression wird der Durchmesser der grossen Venenstämme, desgleichen auch des rechten Vorhofs während seiner Diastole, wenn auch der letztere in geringerem Grade, vermindert, und im Verhältniss zu dieser Volumverminderung wird weniger Blut aus den Venen in's rechte Herz abfliessen. Hat endlich die Compression einen solchen Grad erreicht, dass sie dem Druck des zufliessenden Blutes

(vis a tergo) gleichkommt oder ihn übertrifft, so wird das Lumen der intrathoracischen Venen auf Null reducirt, es fliesst kein Blut mehr ab, und der Kreislauf steht still.

Hieraus ergiebt sich, dass schon allein wegen dieser Wirkung nur sehr niedere Grade der Luftcompression für die Exspiration überhaupt angewendet werden dürfen. Da, wie wir sahen, die Exspiration in comprimirte Luft ausserdem die Respiration sehr erheblich stört, so habe ich von ihr für die Therapie bis jetzt noch keinen Gebrauch gemacht.

3. Unter dem erhöhten intrathoracischen Druck wird bei den ersten Systolen eine grössere Blutmenge in's Aortensystem eingepresst. Der Puls wird voller.

Bei den späteren Systolen wird zwar wegen geringeren Blutzuflusses zum Herzen weniger Blut als gewöhnlich mit jeder Systole in die Arterien eingepumpt. Die Arterien vermögen aber ihren einmal gewonnenen Ueberschuss nicht vollständig in die Capillaren und Venen zu entleeren, weil der Abfluss des Blutes aus den Venen gehemmt ist. Der Puls bleibt deshalb voll, die Arterien umfänglich.

4. Aus den letztgenannten Gründen wird die Pulswelle nur bei den ersten Systolen gross, bei den späteren kleiner erscheinen: nur anfangs Pulsus magnus, der bald einem Pulsus parvus Platz macht.

5. Aus den beschriebenen Wirkungen folgt mit Nothwendigkeit, dass die Blutvertheilung im Organismuus verändert ist: Der kleine Kreislauf in den Lungen, desgleichen die Herz- und Vorkammern erhalten weniger Blut als gewöhnlich zugeführt. In dem Verhältniss, wie die intrathoracischen Organe von Blut entlastet werden, sammelt sich im grossen Kreislauf eine erhöhte Blutfülle an.

Entsprechend dem Grade der Luftcompression werden die intrathoracischen Venen und Arterien, Vorkammern und Herzkammern bis zu einem bestimmten Grade in ihrem Durchmesser verkleinert. Diesem Durchmesser angepasst, wird sehr bald ein Blutlauf-Gleichgewicht eintreten, bei welchem eben so viel resp. eben so wenig Blut mit jeder Systole des Ventrikels in die Arterien abfliesst, als Blut aus den Venen in die Vorkammer bei ihrer Diastole zuströmt.

Eine Cumulation der Wirkung, wodurch das Blut aus dem

kleinen Kreislauf allmälig mehr und mehr in den grossen Kreislauf übergepumpt wird, kann hier eben so wenig stattfinden, wie bei der Inspiration comprimirter Luft. Nur wird bei der Exspiration in comprimirte Luft das Gleichgewicht weiter von der Norm entfernt sein und näher derjenigen Grenze liegen, bei welcher der Blutlauf vollkommen sistirt ist, als dies bei der Inspiration comprimirter Luft von gleichem Compressionsgrade der Fall ist. Es bedarf für die Exspiration eines viel geringeren Grades der Luftcompression, um den Kreislauf gänzlich in's Stocken zu bringen.

6. Die Beobachtung der Pulsfrequenz giebt kein constantes exactes Resultat. Hier walten dieselben Umstände ob, die ich oben bei der Inspiration comprimirter Luft erwähnte. Liess ich gesunde Personen in comprimirte Luft ausathmen, so wurde der Puls meist schon für den tastenden Finger unregelmässig; die Unregelmässigkeit wurde deutlicher, je stärker die Luft comprimirt war ($^1/_{60}$ Atmosphärendruck). Wo es mir gelang, die Zahl der Pulsschläge während der Exspiration mit der während der Inspiration zu vergleichen, war es deutlich, dass sie während der ersteren beschleunigter war, etwa um 1—2 Pulsschläge während 5 Secunden. Während der Exspiration bei starker Luftcompression setzte auch der Puls zuweilen aus oder war wegen seiner Kleinheit schwer zu zählen.

Wurde der Puls während einer ganzen Minute, also fortlaufend sowohl während der Inspiration wie während der Exspiration, gezählt, so ergab sich bei den meisten meiner Beobachtungen eine Vermehrung der Pulsfrequenz bis zu 20 Schlägen in der Minute. In manchen Fällen, zumal bei geringeren Compressionsgraden, war eine Vermehrung der Pulsfrequenz deutlich überhaupt nicht zu constatiren, oder sie erschien selbst ein wenig verlangsamt[1]). Diese Verlangsamung erklärt sich wohl aus der geringeren Frequenz während der Dauer der Inspiration.

Wie inconstant und unsicher das Ergebniss der Pulsfrequenz ist, ergiebt sich gerade hier am besten aus den schon oben (p. 298)

1) Die meiner ersten Publication zu Grunde liegenden wenig zahlreichen Untersuchungen schienen zu ergeben, dass eine Verlangsamung der Regel entspricht. Die späteren Beobachtungen zeigten jedoch, dass zumal bei stärkerer Luftcompression viel häufiger das Gegentheil eintritt. Ich muss dies besonders erwähnen, um die Divergenz meiner obigen Auseinandersetzung gegen meine frühere Angabe zu erklären.

citirten entgegengesetzten Resultaten, zu welchen Weber und Donders beim Weber'schen Exspirationsversuche gelangten, welcher ja gerade der in Rede stehenden Exspiration in comprimirte Luft analog wirken muss. Meine Beobachtung, dass während des Actes der Exspiration in comprimirte Luft die Pulsfrequenz vermehrt ist, stimmt mit Donders gegen Weber überein.

Die Vermehrung der Pulsfrequenz steht im Einklang mit der Thatsache, dass einerseits, abgesehen von den ersten Systolen, weniger Blut mit jeder Systole in die Arterien einströmt und aus den Venen abfliesst, andererseits durch die Exspiration in comprimirte Luft der Lungengaswechsel gestört wird. Damit nämlich die Blutventilation trotz dieser Umstände genügend bleibe, wird die Blutlaufsgeschwindigkeit durch den Einfluss des Nervensystems in der Weise erhöht, dass die Zahl der Herzcontractionen vermehrt wird.

Es ist indess auch erklärlich, dass bei geringen Graden der Luftcompression eine Erhöhung der Pulsfrequenz nicht nothwendig auftreten muss. Ist nämlich die Luft, in welche exspirirt wird, nur wenig verdichtet, so ist die Kohlensäureausfuhr bei der Ausathmung auch nur unbedeutend beeinträchtigt. Dagegen ist für die Inspiration, wie wir sehen werden, ein Ueberschuss von Luft in den Lungen und dadurch die Sauerstoffaufnahme erleichtert. Dieses Moment bei der Inspiration könnte im Stande sein, die kleine Störung der Blutbereitung bei der Exspiration auszugleichen oder selbst eine Uebercompensation herbeizuführen. Der letztere Fall würde diejenigen Beobachtungen erklären, bei welchen der Puls sich verlangsamt fand.

Ich verkenne nicht, mich hier auf dem Boden der Hypothese zu bewegen, und wäre nicht überrascht, wenn von anderen mir andere Hypothesen an ihrer Stelle entgegengehalten würden. Aber ich habe von vorn herein bemerkt, dass mit der Betrachtung der Pulsfrequenz das sichere physicalische Fundament aufhört, auf dem wir uns bis dahin in exacter Weise bewegt hatten. Für mich, der ich hauptsächlich die rein mechanischen und deshalb sicheren Wirkungen der comprimirten Luft zu erforschen suchte, ist das Moment der Pulsfrequenz verhältnissmässig irrelevant. Hier können inconstante und deshalb verschiedene Resultate den verschiedene Beobachtern begegnen, hier kann es zu Streitfragen und verschiedenartigen Deutungen kommen, die ich für die rein mechani-

schen Wirkungen bei vorurtheilsfreier, sachgemässer Beurtheilung für ausgeschlossen halte.

7. Bei der Inspiration, welche auf die Exspiration in comprimirte Luft folgt, dauert die Druckwirkung und hiermit der Complex aller übrigen Erscheinungen (mit Ausnahme der Pulsfrequenz) in analogem Sinne wie während der Exspiration fort. Die mechanische Wirkung ist demnach continuirlich, nicht intermittirend.

Diese Thatsaehe ergiebt sich aus der directen Beobachtung am Puls, am Herzen und an den Venen. Sie findet ihre theoretische Erklärung in folgender Erwägung:

Am Ende der Exspiration in comprimirte Luft ist die Lunge mit Luft überfüllt und zwar mit Luft in einem bestimmten Compressionsgrade. Folgt nun eine forcirte tiefe Inspiration, so wird sich hierdurch zunächst die comprimirte Luft in den Lungen expandiren; gleichzeitig erfolgt aber eine Ansaugung neuer Luft von aussen, die zu der bereits vorhandenen hinzukommt. Es wird deshalb am Anfang der Inspiration nicht zu einer Luftverdünnung kommen, wie es sonst unter gewöhnlichen Umständen der Fall ist, und deshalb wird der negative Druck in den Lungen kleiner als sonst bei tiefer Inspiration. Diese Herabminderung des negativen Lungendrucks ist aber identisch mit der Wirkung der Inspiration comprimirter Luft von einem bestimmten Verdichtungsgrade.

Die Verminderung des negativen Lungendrucks hat demnach eben so wohl bei der Inspiration wie bei der Exspiration statt, und deshalb ist die Druckwirkung in beiden Phasen des Respirationsactes die gleiche, wenn auch dem Grade nach verschieden.

Was die Dauer der Nachwirkung nach Aufhör des Versuchs betrifft, so besitze ich darüber keine Erfahrungen, weil ich die Exspiration in comprimirte Luft nicht methodisch zu therapeutischen Zwecken angewendet habe.

3. Inspiration verdünnter Luft.

Die Wirkung der verdünnten Luft auf den Circulationsapparat ist der der comprimirten Luft total entgegengesetzt, und zwar zeigen sich hier die Wirkungen am ausgesprochensten beim Acte der Inspiration, in geringerem Grade bei der Exspiration.

Wir sahen, dass schon bei normaler und besonders bei tiefer

Inspiration der auf das Herz ausgeübte negative Lungendruck ein ziemlich beträchtlicher ist und zu dem regelmässigen Absinken der Pulscurve am Kymographion während der Inspiration Veranlassung giebt. Wir sahen ferner, dass neben dem Factor der Lungenelasticität es hauptsächlich die Luftverdünnung in den Lungen ist, welche das Absinken des intrathoracischen Druckes bedingt. Verdünnen wir nun die Luft in den Lungen noch mehr, indem wir die verdünnte Luft inspiriren lassen und den Lungen ein unverhältnissmässig viel geringeres Luftquantum, wie ich evident bewiesen (vergl. p. 268), für ihre tiefe Inspirationsstellung darbieten, als sie bedürfen, so wird der negative Lungendruck noch viel beträchtlicher vermehrt.

Es wird also während der Inspiration verdünnter Luft der intrathoracische Druck herabgesetzt, und zwar unter dasjenige Mass, welches bereits bei gewöhnlicher tiefer Inspiration in freier Atmosphäre sich geltend macht. Der Grad der Druckherabsetzung wird abhängen von dem Grade der angewandten Luftverdünnung, und wird diese bis zu einer gewissen extremen Grenze gesteigert, so tritt ein so bedeutendes Herabsinken des Druckes ein, wie wir es im Johannes Müller'schen Experimente, d. h. beim tiefen Einathmen mit aufgehobener Luftzufuhr, beobachten, und welches, wie wir sahen, mit der weiteren Fortdauer der Blutcirculation unverträglich ist.

Die Herabsetzung des intrathoracischen Druckes muss mit Nothwendigkeit einen mechanischen Einfluss auf alle im Brustkorb eingeschlossenen Organe, namentlich auf das Herz und die Gefässe, ausüben. Die mechanischen Wirkungen der verdünnten Luft auf das Herz und die grossen Gefässe lassen sich, da sie mit der eisernen Nothwendigkeit physicalischer Gesetze eintreten müssen, theoretisch a priori berechnen. Diese theoretische Berechnnng führte ich aus und prüfte sodann, ob die experimentelle Beobachtung mit den Ergebnissen derselben übereinstimmt. Die Harmonie zwischen Theorie und Praxis erwies sich dann auch als die vollkommenste, die denkbar ist.

1. Durch die Inspiration verdünnter Luft wird die Arbeit des Herzens erschwert, dadurch die Herzkraft für die Systole herabgesetzt und in Folge dessen der Druck im Aortensystem vermindert.

Wir haben schon früher die Wirkung des negativen Lungen-

drucks auf das Herz bei gewöhnlicher tiefer Inspiration bildlich so dargestellt, dass gleichsam ein Zug oder eine Zerrung der Herzwandungen nach aussen stattfindet, welche der Entwicklung einer vollständigen Contraction hemmend in den Weg tritt. Durch die Einathmung verdünnter Luft wird dieser gleichsam ansaugende Zug nach aussen, welcher das Herz zu vergrössern strebt, noch verstärkt und die Contraction bei der Systole noch weiter gehemmt. Es geht auf diese Weise für die Arbeit des Herzens ein gewisser Antheil der ursprünglichen Kraft verloren, welcher zur Ueberwindung der abnormen, durch die Luftverdünnung in den Lungen gesetzten Widerstände aufgewendet werden muss. Dieser Kraftverlust muss sich im Arteriensystem durch Herabsetzung des Druckes in demselben documentiren und muss sich am Pulse dadurch zeigen, dass das Arterienrohr weniger gespannt erscheint.

In der That fand ich regelmässig, sowohl bei Gesunden wie bei Kranken, während der Inspiration der verdünnten Luft die Arteria radialis weniger gespannt, leichter zusammendrückbar, somit einen Pulsus mollis.

Ist der Verdünnungsgrad der inspirirten Luft ein sehr beträchtlicher (bei gesunden kräftigen Personen $^1/_{60}$ Atmosphärendruck und mehr — bei schwächeren genügt schon $^1/_{100}$ bis $^1/_{80}$ Atmosphärendruck), so kann die Arterie den niedrigsten Grad der Spannung, der jemals am Krankenbette beobachtet wird, für den tastenden Finger erreichen.

Hier tritt zugleich häufig ein Phänomen ein, welches gleichfalls als ein Zeichen verminderter Spannung des Arterienrohrs nach den feststehenden Untersuchungen zu betrachten ist, nämlich eine auffallende Dicrotie des Pulses.

Am eclatantesten und fast constant tritt der Pulsus dicrotus an den sphygmographischen Curven hervor (vergl. später); aber auch für den tastenden Finger ist er gar nicht selten deutlich wahrnehmbar.

Beim Auscultiren der Herztöne unterscheidet man oft in unzweifelhafter Weise, dass dieselben während des Gebrauches der verdünnten Luft leiser, d. h. abgeschwächt gehört werden.

Wird die Luftverdünnung bis zu einem gewissen Extrem gesteigert — die Grenze desselben liesse sich durch Experiment feststellen, sie ist bei verschiedenen Individuen verschieden — so wird der Kraftverlust, welchen das Herz für seine Arbeit erleidet,

endlich so bedeutend, dass die noch übrig bleibende Herzkraft entweder gleich Null oder doch so klein ist, dass sie eine Systole überhaupt nicht mehr zu stande bringen kann. Ist dieser Punkt erreicht, so wird die Circulation vollkommen sistirt, und es muss nothwendig sofort Scheintod oder Tod eintreten.

Wir haben somit in der verdünnten Luft ein nicht minder heroisches Mittel wie in der comprimirten Luft. Vorsichtige Dosirung ist deshalb dringend geboten.

2. Der Abfluss des Blutes aus den Venen in den rechten Vorhof wird während des Gebrauchs der verdünnten Luft erleichtert und dadurch eine grössere Blutmenge dem Herzen zugeführt.

Wir wissen, dass schon auf den normalen Blutlauf der negative intrathoracische Druck einen erheblichen Einfluss äussert, indem mit Hülfe desselben Blut aus den grossen Venenstämmen in das Herz aspirirt und somit die Blutcirculation zunächst direct in den Venen und mittelbar auch in den Capillaren und Arterien, durch Entlastung derselben, unterstützt wird. Mit der Steigerung des negativen intrathoracischen Druckes, wie sie bei der Inspiration verdünnter Luft stattfindet, wird auch die Kraft zur Aspiration des Venenblutes gesteigert, und die grossen Venenstämme und mit ihnen auch die kleineren zuführenden Venen müssen sich leichter und vollständiger entleeren.

Zwar kommt andererseits ein Moment hinzu, welches die Blutcirculation in den Venen verzögert, nämlich der herabgesetzte Druck in den Körperarterien, d. h. die verringerte vis a tergo. Aber dieses Moment, wenn es auch einem Theil der vermehrten Aspiration das Gleichgewicht hält, vermag doch nicht dieselbe vollständig zu compensiren. Entsprechend dem verminderten Luftdruck müssen die Durchmesser der intrathoracischen Venen ebenso wie die der grossen Arterien, der Herzkammern und Vorkammern an Lumen zugenommen haben, und in dem Verhältniss, wie dies geschehen ist, muss auch in einer gleichen Zeiteinheit durch einen Durchschnitt derselben mehr Blut als zuvor fliessen, und dasselbe muss auf jedem Durchschnitt des kleinen Kreislaufs der Fall sein. Um so viel wie nun die intrathoracischen Körpervenen umfänglicher als zuvor geworden sind, um so viel aspiriren sie mehr Blut.

Dass dies in Wirklichkeit der Fall ist, bestätigt die Inspection des Halses während des Gebrauchs der verdünnten Luft.

Die Jugularvenen collabiren, und selbst, wo sie normal ziemlich stark prominiren, werden sie während des Versuchs mehr oder weniger undeutlich für das Auge wahrnehmbar.

3. Während der Inspiration verdünnter Luft wird die Blutfülle im Aortensystem vermindert. Die Arterien erscheinen weniger umfänglich. Der Puls wird leer.

Die Herabsetzung der Herzkraft während der Systole und der Widerstand, welcher sich einer vollkommenen Verkleinerung des Herzens entgegensetzt, muss nothwendig die Blutmenge, welche durch die Systole des Ventrikels in die Arterien hineingepumpt wird, vermindern. Diese Blutverminderung wird hauptsächlich die ersten Ventrikelsystolen betreffen, während welcher durch das in vermehrter Menge aspirirte Venenblut noch nicht das dem linken Ventrikel während seiner Diastole zuströmende Blutquantum vermehrt ist. Aber selbst wenn dieser letztere Zustand bereits eingetreten, wird die geschwächte Herzkraft noch viel weniger im Stande sein, die nunmehr vermehrte Blutmenge mittelst der Contraction vollständig zu entleeren, und es ist wahrscheinlich, dass auch jetzt noch — auch nach eingetretenem Blutlaufgleichgewicht — fortdauernd das in die Arterien einfliessende Blut an Quantität vermindert bleibt.

Die Untersuchung des Pulses bestätigt vollständig diese Erwägung. Das Arterienrohr erscheint eng, wenig umfänglich und wenig gefüllt. Zuweilen bemerkt man deutlich eine Schlängelung des Arterienrohrs, als Folge der geringen Füllung.

Wird die Luftverdünnung bis zu einem hohen Grade gesteigert — bis ca. $^1/_{30}$ Atmosphärendruck bei kräftigen Personen; bei schwächlichen Personen genügt ein viel geringerer Druck — so wird das Arterienrohr allmälig so eng und leer, dass es fadenförmig erscheint: Pulsus filiformis.

4. Dadurch dass mit der Systole weniger Blut als normal in die Arterien einströmt, wird die Höhe der Pulswelle vermindert; der Puls erscheint kleiner: Pulsus parvus.

Auch dieses Phänomen erkennt der tastende Finger sehr deutlich. Die Kleinheit des Pulses tritt um so mehr hervor, je stärker die Luftverdünnung. Ist diese letztere sehr bedeutend, so erscheint der Puls kaum noch fühlbar: Pulsus insensibilis.

Die Kleinheit des Pulses ist nur bei starker Luftverdünnung sehr deutlich, was aus folgender Erwägung erklärlich wird. Die Arterien sind näm-

lich, wie wir sahen, weniger gespannt und in geringem Grade gefüllt. Wird nun in ein derartiges wenig gefülltes und wenig gespanntes Arterienrohr bei der Systole neues Blut eingepumpt, so wird dasselbe eine höhere Welle erzeugen, als es bei gefüllter und gespannter Arterie vermocht hätte; oder mit anderen Worten, eine kleinere Blutmenge, die zufliesst, macht unter den bewandten Umständen einen grösseren Puls, als unter normalen Verhältnissen. Es können auf diese Weise sogar einige gegen die Norm vergrösserte Pulse zur Erscheinung kommen.

5. Die Vertheilung des Blutes im Organismus wird verändert und zwar derart, dass die im Thorax eingeschlossenen Organe, in specie beide Vor- und Herzkammern, so wie der kleine Kreislauf in den Lungen mehr Blut als zuvor erhalten, dagegen der grosse Kreislauf des übrigen Körpers um eben so viel Blut entlastet wird.

Diese Thatsache ist eine unmittelbare Consequenz der früheren Ergebnisse.

Sobald mehr Blut als gewöhnlich aus den Venen in die rechte Vorkammer abfliesst und dazu noch weniger Blut aus dem linken Ventrikel in's Aortensystem ausströmt, muss nothwendig dieses letztere blutärmer werden und ein entsprechend grösserer Blutreichthum den Brustorganen zu gute kommen.

Die Entlastung des grossen Kreislaufs wird eben so wohl die Arterien, in welche weniger Blut einfliesst, wie die Venen, welche mehr Blut abgeben, so wie endlich auch die Capillaren, welche weniger erhalten und mehr verlieren, betreffen[1]).

Die Blutfülle im Thoraxraum wird gleichfalls alle Theile desselben beeinflussen. Durch die Herabsetzung des intrathoracischen Druckes werden sowohl die zur rechten Herzhälfte führenden Körpervenen, so weit sie innerhalb des Brustkastens verlaufen, so wie auch die Lungenvenen in ihrem Durchmesser erweitert. Dasselbe geschieht, wenn auch in geringerem Grade, mit den grossen intra thoracem gelegenen Arterienstämmen, endlich auch, aber dies viel weniger erheblich, mit den Vorkammern und in geringstem Masse mit den Herzkammern. Der grössere Durchmesser der Ventrikel und Atrien im Verhältniss zu dem der Venen und

1) Ich erinnere bei dieser Gelegenheit an die alten Beobachtungen Hammernik's, welcher durch Experimente nachwies, dass schon bei der gewöhnlichen tiefen Inspiration das Volumen der Extremitäten, in specie des Armes sich vermindert. Vergl. Ludwig's Physiologie. 2. Aufl. Bd. II. S. 180. Leipzig und Heidelberg 1861. Winter'sche Buchhandlung.

Arterien bewirkt bereits bei einer ihn treffenden geringeren Erweiterung einen gleichen Effect für die Volumvermehrung, wie eine stärkere Erweiterung der Gefässe. Alle die genannten Organe führen demnach in diesem Zustande im Verhältniss zu ihrer Erweiterung mehr Blut als zuvor, und dem entsprechend muss jeder Gefäss- und Capillardurchschnitt zwischen rechter und linker Herzhälfte, d. h. also die Lunge, gleichfalls mehr Blut als vor der Anwendung der verdünnten Luft enthalten.

Dieser Zustand ist der eines Blutlaufgleichgewichts, angepasst dem jeweiligen Verdünnungsgrade der Lungenluft und der davon abhängenden Erweiterung der Gefässdurchmesser. Dieses Gleichgewicht des Blutlaufs wird schon nach Ablauf einiger weniger Systolen erreicht sein, wobei dann das gleiche Quantum Blut die rechte wie die linke Herzhälfte passirt, und eben so viel Blut die Aorta verlässt, wie in den rechten Vorhof einströmt. Eine cumulative Wirkung, d. h. ein dauerndes Auspumpen aus dem grossen Kreislauf in den kleinen kann unmöglich stattfinden, weil eben nicht die mechanische Kraft sich cumulirt, sondern constant bleibt. Der Kreislauf wird durch dieselbe gleichsam für die Dauer ihrer Wirkung in ein verändertes mechanisches Gleichgewicht eingestellt.

Je grösser die angewandte Luftverdünnung ist, um so grösser wird der erweiternde Zug auf die intrathoracischen Gefässe und auf die Herzkammern und Arterien, und um so weiter entfernt sich das künstlich hergestellte mechanische Gleichgewicht von der Norm. Wird eine gewisse Grenze der Luftverdünnung überschritten, so wird endlich der kleine Kreislauf so sehr mit Blut überlastet, dass die Circulation damit unverträglich ist. Dass es hier sehr leicht zu einer Haemoptoë kommen kann, ist begreiflich.

Wollen wir auch hier uns eines Vergleichs bedienen, so können wir die Wirkung der verdünnten Luft dahin formuliren, dass sie den gleichen Effect hat wie ein depletorischer Aderlass im grossen Kreislauf, nur dass das entzogene Blut nicht verloren geht, sondern dem kleinen Kreislauf zu gute kommt. Oder mit anderen Worten: die verdünnte Luft bewirkt einen grösseren Blutreichthum der Lungen auf Kosten des übrigen Körpers.

6. Bei der Pulsfrequenz hört, wie wir schon früher (vergl. p. 296) ausführten, die directe mechanische Wirkung und somit

auch das constante untrügliche Resultat auf. Indess ist doch hier das Ergebniss regelmässiger als bei der comprimirten Luft.

Bei der Inspiration verdünnter Luft, sobald der Grad der Luftverdünnung kein sehr beträchtlicher ist, wird die Pulsfrequenz grösstentheils vermehrt, und zwar bei kräftigen Personen oft kaum deutlich nachweisbar oder nur um wenige Schläge in der Minute, bei schwächlicheren Personen um 10—20 Schläge und mehr. (Es ist hierbei der Puls während der Exspiration mitgezählt.) Ist die Luftverdünnung eine sehr erhebliche — $^1/_{60}$ Atmosphärendruck und mehr bei kräftigen Personen, bei schwächlichen zuweilen schon bei — $^1/_{80}$ Atmosphärendruck —, so wird der Puls während des Actes der Inspiration unregelmässig, setzt auch zeitweise aus, und ist deshalb so wie ganz besonders wegen der Kleinheit der Pulswelle schwer oder gar nicht zählbar.

Die Erhöhung der Pulsfrequenz erklärt sich — ganz abgesehen von dem sehr wichtigen Momente der Muskelanstrengung, welche bei der Inspiration verdünnter Luft nicht unerheblich aufgewendet wird — einerseits aus der verminderten Blutmenge, welche mit jeder Systole in's Aortensystem einströmt, andererseits aus der mangelhaften Sauerstoffzufuhr bei der Einathmung. Soll unter diesen beiden hemmenden Umständen dennoch die Versorgung des Körpers und namentlich der Medulla mit genügend oxygenirtem Blute erfolgen, so muss von Seiten des Nervensystems der Blutlauf beschleunigt, d. h. die Zahl der Herzcontractionen vermehrt werden — da ja der zweite Factor für die Blutgeschwindigkeit, nämlich das mit jeder Systole ausströmende Blutquantum, unter dem mechanischen Einfluss stehend, sich dem Nerveneinfluss entzieht.

Bei geringen Graden der Luftverdünnung werden wahrscheinlich vermittelst der vermehrten Herzcontractionen die oben genannten hemmenden Momente compensirt werden können. Bei stärkerer Luftverdünnung dagegen wird das Herz eine solche Compensation wahrscheinlich nicht mehr zu bewirken vermögen, und ist eine gewisse Grenze erreicht, so arbeitet sich das Herz vergeblich ab, der Puls wird unregelmässig, aussetzend und dann nicht mehr zählbar. — Für die Therapie werden wohl immer diese hohen Grade der Luftverdünnung zu vermeiden sein.

7. Die Wirkung der verdünnten Luft dauert auch während der auf die Inspiration folgenden Exspiration an.

Bei der Inspiration verdünnter Luft wird, wie wir beobachteten (vergl. oben p. 268), obgleich die Lungen sehr ausgedehnt sind, ihnen doch nur eine unverhältnissmässig kleine Luftmenge zugeführt. Wird nun hierauf exspirirt, so hat eine kleinere Menge Luft in der gleichen Zeiteinheit durch die Bronchen zu entweichen, und der Effect muss deshalb der gleiche sein, als ob in verdünnte Luft hinein exspirirt würde. Hier kann der Effect durch möglichst langsames Ausathmen noch verstärkt werden.

Nun werden wir sehen, dass die Exspiration in verdünnte Luft eine analoge mechanische Wirkung ausübt, wenn auch in geringerem Grade, wie die Inspiration verdünnter Luft. Der mechanische Effect der Luftverdünnung wird also auch während der Exspiration fortdauern, wenn auch weniger hochgradig als bei der voraufgegangenen Inspiration. Wir haben hier also keine intermittirende, sondern eine continuirliche Druckwirkung.

Am Pulse und an den Venen wird dieses Verhalten durch die directe Beobachtung bestätigt, auch hier zeigen sich jedoch, der Theorie entsprechend, die einzelnen Erscheinungen bei der Inspiration ausgeprägter als bei der Exspiration. Je stärker der Grad der angewandten Luftverdünnung, um so erheblicher ist die Differenz zwischen den beiden Phasen der Athmung.

Wie lange nach der Benutzung des Verfahrens noch die mechanische Nachwirkung andauert, vermag ich nicht anzugeben. Ich hatte bisher keine Gelegenheit, die Inspirationen verdünnter Luft für sich allein anzuwenden, da ich dieselben hauptsächlich bei Erkrankungen der rechten Herzhälfte für indicirt halte und keine derartigen Erkrankungen in meine Behandlung kamen. Wo ich sie bei Erkrankungen des Respirationstractus in Anwendung zog, benutzte ich gleichzeitig stets auch die Inspirationen comprimirter Luft, und habe deshalb kein sicheres Urtheil über die Nachwirkung jedes der einzelnen Factoren. Aus der Analogie mit der comprimirten Luft lässt sich jedoch auch für die verdünnte Luft a priori annehmen, dass ihre Nachwirkung nicht minder anhaltend sein muss, als wie ich bei der comprimirten Luft zu constatiren in der Lage war. Die Erklärung einer solchen Nachwirkung wird die gleiche sein wie bei der comprimirten Luft, und kann ich deshalb auf das hierbei erörterte verweisen.

Ob auch durch die Inspiration verdünnter Luft eben so wie durch die der comprimirten eine andauernde Steigerung der

Herzkraft, und selbst eine compensatorische Hypertrophie des Herzmuskels hervorgerufen werden kann, dürfte als wahrscheinlich zu bejahen sein. Durch die verdünnte Luft werden dem Herzmuskel in seiner Thätigkeit abnorme Widerstände entgegengesetzt, die er überwinden lernen muss. Bekanntlich aber gewinnt ein Muskel, dadurch dass er Widerstände zu überwinden geübt wird, an Kraft und Volumen. Ebenso wie die Inspiration verdünnter Luft ein gymnastisches Kräftigungsmittel für die Respirationsmuskeln ist, indem sie dieselben durch abnorme Widerstände zu verstärkter Thätigkeit ausbildet, in ganz gleicher Weise muss sie naturgemäss auch eine Gymnastik des Herzmuskels darbieten. Beide Herzkammern und beide Atrien werden in gleichem Masse an der Gymnastik betheiligt sein, weil sie alle mit den gleichen Widerständen bei ihren Systolen zu kämpfen haben.

Freilich wird es bei allem dem nothwendig sein, dass das Mass der Gymnastik der individuellen Herzkraft angepasst ist. Zu grosse Widerstände, d. h. im speciellen Falle zu starke Luftverdünnung, können leicht das entgegengesetzte Resultat herbeiführen, nämlich den Muskel ermüden, anstatt ihn zu üben.

4. Exspiration in verdünnte Luft.

Bei der Exspiration in verdünnte Luft machen sich die gleichen Erscheinungen am Circulationsapparat geltend, wie bei Inspiration verdünnter Luft, jedoch in viel weniger hohem Grade. Schon bei normaler Exspiration ist der Lungendruck erheblich weniger negativ als bei der Inspiration. Wird nun noch in verdünnte Luft hinein exspirirt, so werden, wie meine früheren Versuche ergaben, die Lungen über ihr gewöhnliches Mass retrahirt, indem ein Theil der Residualluft ihnen entzogen wird. Derjenige Theil des negativen Druckes, der durch die Lungenelasticität bewirkt wird, vermindert sich deshalb bei der Exspiration in verdünnte Luft, und um diese Differenz — nämlich den Unterschied des Elasticitätscoefficienten von tiefer Inspiration bis zur forcirten Retraction — wird demgemäss die Wirkung auf den Circulationsapparat bei der Exspiration in verdünnte Luft kleiner sein als bei der Inspiration verdünnter Luft. Es kommt deshalb auch hier zwar zu jenen Erscheinungen im Kreislauf, die bei der Inspiration verdünnter Luft beschrieben sind, jedoch in viel weniger beträcht-

lichem Grade; oder was auf das gleiche hinauskommt, um hochgradigere Erscheinungen am Circulationsapparat hervorzurufen, bedarf es bei der Exspiration viel stärkerer Luftverdünnung als bei der Inspiration. Indess genügt doch eine Verdünnung von $^1/_{30}$ Atmosphäre und mehr, um die Erscheinungen mit grosser Prägnanz hervortreten zu lassen. Die Ergebnisse sind auch hier kurz folgende:

1. Der Druck im Aortensystem wird herabgesetzt. Die Arterien sind weniger gespannt, leichter zusammendrückbar. Der Puls ist weich.
2. Der Abfluss des Blutes aus den Venen in den rechten Vorhof wird erleichtert und dadurch eine grössere Blutmenge dem Herzen zugeführt.

Die Inspection des Halses ergiebt, dass die Jugularvenen während der Exspiration in verdünnte Luft collabiren, während sie bei gewöhnlicher Exspiration in die Atmosphäre mehr hervorzutreten pflegen.

3. Die Blutfülle im Aortensystem wird vermindert. Die Arterien erscheinen weniger umfänglich, der Puls wird leer.
4. Dadurch, dass mit jeder Systole weniger Blut als normal in's Aortensystem abfliesst, wird die Pulswelle niedriger: Pulsus parvus.
5. Die Blutvertheilung im Organismus wird derart verändert, dass die intrathoracischen Organe mehr Blut zugeführt erhalten, dagegen der grosse Kreislauf um eben so viel Blut entlastet wird.

   Auch hier tritt sehr bald ein Blutlaufgleichgewicht ein, entsprechend dem durch den verminderten intrathoracischen Druck vergrösserten Querdurchmesser der intrathoracischen Venenstämme, Arterien, Vorkammern und Herzkammern.

6. Was die Pulsfrequenz betrifft, so gelangte ich — den früheren Erörterungen (vergl. p. 296) gemäss — zu keinem constanten Resultat. Grösstentheils zeigte sie sich vermehrt, selten aber in sehr erheblichem Masse, meist nur um wenige — etwa bis 10 Schläge — in der Minute. Auch trat die Pulsbeschleunigung regelmässig nur bei stärkerer Luftverdünnung (ca. $^1/_{40}$ Atm.-Druck und mehr) ein, während bei geringeren Graden der Luftverdünnung häufig die Pulsfrequenz von der normalen sich nicht

merklich unterschied. Wo eine Vermehrung der Pulsfrequenz beobachtet wurde, dauerte sie während Inspiration und Exspiration an, und sie war während der ersteren nicht weniger, oft sogar, wie es schien, mehr ausgeprägt als während der letzteren.

Die Personen, welche ich zu den in Rede stehenden Versuchen wählte, waren gesund, kräftig und derart an diese Experimente gewöhnt, dass ihre Pulsfrequenz durch die psychische Erregung während des Versuchs nicht merklich beeinflusst wurde. Ungewöhnte Personen geben für die Pulsfrequenz kein brauchbares Resultat, weil meist schon durch die dem Versuch vorausgehenden Manipulationen und die nervöse Erregung, welche dieselben begleitet, der Puls mehr oder weniger beschleunigt wird. Eben so findet man bei schwächlichen, namentlich sehr erregbaren Personen und ganz besonders bei Kranken meist eine viel erheblichere Pulsbeschleunigung, als oben angegeben; es ist hierbei aber schwer zu sagen, was auf Rechnung verdünnter Luft, was auf die der nervösen Erregung kommt.

Die Pulsbeschleunigung bei starker Luftverdünnung glaube ich in höherem Grade auf Rechnung der auf die Exspiration folgenden Inspiration (vergl. ad 7) als auf die Exspiration selbst setzen zu dürfen. Bei der Exspiration in verdünnte Luft wird nämlich die Lungenventilation erhöht, und dadurch das Bedürfniss zur Beschleunigung des Blutlaufs herabgesetzt. Nun ist aber die mit jeder Systole in die Aorta einströmende Blutmenge verringert und dadurch das genannte Bedürfniss vermehrt. Beide entgegenstehende Factoren mögen sich bei geringen Graden der Luftverdünnung leicht nahezu compensiren und dadurch die Pulsfrequenz unbeeinflusst lassen. Bei höheren Graden dagegen scheint der zweite Factor zu überwiegen und den Puls zu beschleunigen. Besonders aber wird eine Pulsbeschleunigung bei der auf die Exspiration folgenden Inspiration sich geltend machen, weil hier nicht mehr beide Factoren einander entgegenwirken, sondern beide gemeinsam das Bedürfniss nach Vermehrung der Blutlaufgeschwindigkeit hervorrufen.

7. Während der Inspiration dauert die Wirkung der verdünnten Luft fort, und somit ist die Wirkung nicht intermittirend, sondern continuirlich.

Bei der Exspiration in verdünnte Luft werden nämlich, wie wir sahen, die Lungen über die Norm retrahirt; es wird ihnen ein Theil der Residualluft entzogen, und die zurückbleibende Luft ist

im gleichen Zustande der Verdünnung wie die Luft, in welche exspirirt wurde. Die nun folgende Inspiration findet demnach abnorm wenig Luft in den Lungen rückständig und hat dafür einen abnorm grossen Raum — Raum für die vitale Capacität plus einem Theil des Residualraums — mit frischer Luft zu versorgen. Da nun die zuführenden Bronchien gegen die Norm nicht erweitert sind, so vermögen sie auch nicht in der gleichen Zeiteinheit Luft genug zuzuführen, um den Luftmangel sofort zu decken. Es bleibt demnach die Lungenluft auch während der Inspiration noch im Zustand abnormer Verdünnung, und wir sehen demnach die Wirkungen der verdünnten Luft auf das Herz, die ja bei In- und Exspiration analog sind, auch während der Inspiration fortbestehen.

Durch eine schnelle, sehr tiefe, aber nur kurze Zeit andauernde Inspiration kann die Wirkung gesteigert werden. Diese Steigerung kann so beträchtlich werden, dass die Wirkung der verdünnten Luft bei der Inspiration — also in den Intervallen zwischen den Exspirationen — hochgradiger wird als bei der Exspiration selbst; denn wir sahen ja, dass für die Inspiration verdünnter Luft weit geringere Grade der Luftverdünnung zur Hervorrufung einer erheblichen Wirkung ausreichen, als bei der Exspiration in verdünnte Luft.

Umgekehrt kann die Wirkung auf den Circulationsapparat erheblich abgeschwächt werden, wenn man auf die Exspiration eine allmälige, langsame, aber doch tiefe Inspiration folgen lässt. Hier ist Zeit genug vorhanden, damit bei der Inspiration der Luftmangel sich ausgleiche, und es kommt dann nicht zu einer so beträchtlichen Luftverdünnung bei der Einathmung.

Man hat demnach in diesem Umstand ein Mittel, die Wirkung auf das Herz und die Circulation zu verstärken oder abzuschwächen. Lässt man in nicht allzu stark verdünnte Luft exspiriren — d. h. wendet man die Luftverdünnung von etwa $^1/_{60}$ Atmosphärendruck an, wie ich sie am häufigsten benutze — so ist ja überhaupt die Wirkung auf die Circulation, wie ich oben erörtert, während der Ausathmung eine geringfügige. Lässt man nun darauf langsam und allmälig tief inspiriren, so wird auch die Druckwirkung (besser Zugwirkung) während der Inspiration abgeschwächt, und man kann auf diese Weise die Wirkung auf das Herz und die Circulation auf einen sehr unbedeutenden Grad reduciren. Dies ist besonders wichtig für Emphysematiker, bei denen man die

Exspiration in verdünnte Luft anwendet, um auf die Lungen zu wirken, und bei denen man die Wirkung auf das Herz und die Circulation vermeiden will.

Was die Nachwirkung auf den Circulationsapparat betrifft, so habe ich hierüber keine Erfahrungen, weil ich therapeutisch die Exspirationen in verdünnte Luft nur äusserst selten gegen Circulationskrankheiten, sondern immer nur gegen Emphysem angewendet und deshalb das so eben angedeutete Verfahren zur Verhinderung eines stärkeren Effects auf den Circulationsapparat ausgeübt habe.

Soll ich dennoch hinzufügen, was ich bei Emphysematikern beobachtete, so ergab sich meist, dass die Pulsfrequenz während und unmittelbar nach dem Gebrauche der verdünnten Luft gewöhnlich vorübergehend gesteigert wurde und sodann, zumal wenn sie früher beschleunigt war, sich merklich verlangsamte. Diese Pulsverlangsamung blieb nachhaltig bestehen. Desgleichen wurde ein kleiner und leerer Puls unter der pneumatischen Behandlung meist grösser und voller; auch die Arterienspannung näherte sich mehr der Norm.

Aber alle diese Erscheinungen, dies muss ich hervorheben, setze ich nicht auf Rechnung einer direct auf den Circulationsapparat ausgeübten Wirkung, sondern schreibe sie dem heilsamen Einfluss auf die Respiration zu, welche mittelbar auch die Circulation regulirt.

Experimente mit elastischen Membranen.

Die Wirkungen der comprimirten und verdünnten Luft auf das Herz und die Blutcirculation, wie ich sie im vorstehenden entwickelt, scheinen mir so evident, und die Theorie steht in so vollständigem Einklang mit den Ergebnissen des Experiments und der Praxis, dass mir im Grunde genommen jede weitere Beweisführung zur Stütze meiner Anschauungen anfangs überflüssig zu sein schien.

Es sind mir jedoch zuweilen bei Unterredungen mit Collegen, bei denen man eine gewisse physicalische Vorbildung voraussetzen durfte, und später auch in der Literatur Einwände begegnet, welche die physicalischen Grundlagen, auf die ich mich stützte, bemängelten. Ich habe nun freilich weder den Beruf noch die Pflicht,

auf alle möglichen und unmöglichen Einwände, die auf mangelhafter physicalischer Anschauung beruhen, zu antworten, und muss es ertragen, wenn derartige Einwände, die oft mehr einer persönlichen Charactereigenschaft als einem wissenschaftlichen Bedürfniss entstammen, bei gleichgesinnten gläubigen Nachbetern ein Echo finden.

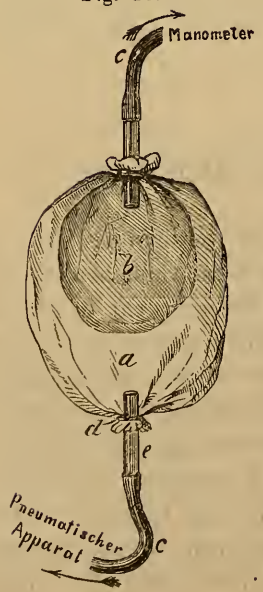
Dennoch habe ich es unternommen, noch eine Reihe von Experimenten an elastischen Membranen anzustellen, die ich im folgenden mittheile. Ich that es, obgleich überzeugt, dass sie überflüssig sind, um noch nach einer neuen Richtung hin das Fundament, auf welchem sich meine Schlussfolgerungen aufbauen, zu stützen.

Wie ich nicht anders erwarten konnte, haben die Experimente meine Anschauungen auf's vollkommenste bestätigt.

Die Versuche waren dahin gerichtet zu entscheiden, ob und wie die in einer elastischen Membran befindliche Luft oder tropfbare Flüssigkeit auf eine Druckerhöhung oder Druckerniedrigung reagirt, welche die Luft einer anderen elastischen Membran betrifft, die mit der ersteren Membran in unmittelbarem oder mittelbarem luftdichten Contact steht.

Erste Versuchsreihe.

Fig. 10.



Eine Schweinsblase a wird in ihrem Fundus handschuhfingerartig eingestülpt und auf diese Weise eine zweite Blase b innerhalb der ersten gebildet. Diese letztere wird mit dem Manometer meines Pneumatometers durch Einschaltung einer luftdicht eingebundenen Glasröhre c nebst Gummischlauch in Verbindung gesetzt. Die natürliche Oeffnung d der Hauptblase ihrerseits, welche die eingestülpte Blase umfasst, wird gleichfalls durch Glasröhre e und Gummischlauch mit meinem pneumatischen Apparat bei geschlossenem Hahn verbunden.

Diese Vorrichtung stellt ein einfaches Schema dar, in welchem der eingestülpte Blasentheil dem Herzen, die ihn umgebende übrige Blase den Lungen entspricht.

Der Versuch soll lehren, in welcher Weise eine Drucksteigung oder Druckherabsetzung der Luft in der Hauptblase auf den eingestülpten Blasentheil einwirkt.

Beide Blasen befinden sich im Zustand geringer Füllung und sind leicht angefeuchtet.

A. Versuch mit comprimirter Luft.

Am Anfang des Versuchs ist der Cylinder des zuvor mit Luft gefüllten pneumatischen Apparats durch Anhängen von 10 Pfund äquilibrirt. Das Manometer des Apparats steht auf Null. Oeffnet man den Hahn, so bleibt auch das zweite Manometer, welches mit der inneren Blase in Communication steht, auf Null.

Nun belastete ich den Apparat allmälig mehr, zunächst durch Abnahme der Gewichte und dann durch Auflegen immer grösserer Gewichte. Während des Versuchs füllt sich die äussere Blase allmälig mehr und mehr mit Luft, bis sie schliesslich prall gespannt ist.

Belastung des Apparats mit	Quecksilber-Manometer am pneumatischen Apparat zeigt einen Ueberdruck[1]) von	Manometer, welches mit der inneren Blase communicirt, zeigt einen Ueberdruck von
10 Pfund (d. h. nur Cylinder)	+ 6,3 Mm.	+ 6 Mm.
15 -	+ 9.5 -	+ 9 -
20 -	+ 12.6 -	+ 11,5 -
25 -	+ 15.8 -	+ 14 -
30 -	+ 19 -	+ 18 -
35 -	+ 22 -	+ 21 -

Wir sehen demnach, dass entsprechend der Drucksteigerung in der äusseren Blase auch der Druck in der inneren Blase steigt, dass jedoch die Drucksteigung in letzterer nicht immer ganz gleichen Schritt hält mit ersterer, weil naturgemäss durch die Ueberwindung von Widerständen Kraft verloren gehen muss.

Mehrere andere Versuche führten zu analogen Resultaten; nur war der Druckverlust nicht in allen Experimenten gleich, da derselbe von dem Zustand der Blasenwandung je nach dem Widerstand, welchen dieselbe leistet, abhängt.

---

1) Die Decimalstellen sind nicht abgelesen, sondern der Berechnung entsprechend eingefügt.

Wurde beispielsweise die innere Blase weniger angefeuchtet, so wurde die Compression derselben erschwert, und ich erhielt die folgenden Resultate:

Belastung des Apparats mit	Quecksilber-Manometer am pneumatischen Apparat zeigt einen Ueberdruck von	Manometer, welcher mit der inneren Blase communicirt, zeigt einen Ueberdruck von
10 Pfund	+ 6,3 Mm.	+ 6 Mm.
15 -	+ 9,5 -	+ 9 -
20 -	+ 12,6 -	+ 11 -
25 -	+ 15,8 -	+ 13 -
30 -	+ 19 -	+ 16 -

Wird die innere Blase zu stark nass gemacht, so erhält man ein unbrauchbares Resultat, indem durch den Druck der äusseren Blase die innere luftdicht zusammengeklappt wird und dann die Druckwirkung minimal wird oder ganz aufhört.

Die gleiche Fehlerquelle ist vorhanden, wenn die angefeuchtete Blase am Anfang des Versuchs völlig collabirt ist, so dass sich die gegenüberstehenden Wände theilweise wegen vorhandenen Luftmangels berühren. In solchen Fällen erhielt ich zwar schon bei geringer Belastung eine Drucksteigerung von wenigen Millimetern, dieselbe nahm aber bei stärkerer Belastung nicht mehr zu.

Wird die innere Blase, bevor sie mit dem Manometer in Verbindung gebracht wird, sehr prall angeblasen, so dass ein positiver Ueberdruck auf ihrer Innenwand lastet, und dann der Versuch angestellt, so tritt gleichfalls nur eine Drucksteigerung von wenigen Millimetern ein. Dies ist leicht dadurch erklärlich, dass der Ueberdruck an der inneren Oberfläche dem Druck auf der äusseren Oberfläche das Gleichgewicht hält.

B. Versuche mit verdünnter Luft.

Am Ende des vorigen Experiments befindet sich der Druck in der äusseren sowohl wie in der inneren Blase erhöht. Durch Abnehmen von Gewichten wird zunächst der Druck in der äusseren Blase herabgesetzt, d. h. die Luft wieder gegen früher verdünnt. Dem entsprechend sinkt auch wieder der Druck in der inneren Blase, jedoch nicht gleichen Schritt haltend mit der Druckherabsetzung in der äusseren Blase.

Belastung des Apparats mit	Druck am Quecksilber-Manometer des Apparats	Druck an dem mit der inneren Blase communicirenden Manometer
30 Pfund	+ 19 Mm. Hg.	+ 16 Mm. Hg.
20 -	+ 12,6 - -	+ 12 - -
15 -	+ 9.5 - -	+ 10 - -
10 -	+ 6,3 - -	+ 7 - -
0 -	0	+ 2 - -
—10 -	— 6,3 - -	— 2 - -

Weiteres Anhängen von Gewichten setzt den Druck in der inneren Blase nicht mehr herab. Die äussere Blase ist nämlich so stark collabirt, dass ihre Wände sich theilweise berühren, und deshalb die innere Blase vor der Einwirknng der verdünnten Luft theils geschützt ist, theils ihr erhöhte Widerstände entgegengesetzt werden, welche sie nicht zu überwinden vermag.

Auch der Umstand, dass im obigen Versuch die Druckherabsetzung in der inneren Blase nicht gleichen Schritt hielt mit der äusseren, findet seine Erklärung darin, dass der Zug der verdünnten Luft der Elasticität der Blase entgegenwirkt und er diese nebst den übrigen Widerständen nicht völlig zu überwinden vermag.

Directe Experimente mit Luftverdünnung führten zu ähnlichen Resultaten.

Die Blasenvorrichtung ist die gleiche, nur ist zwischen innerer Blase und Manometer noch eine doppelt durchbohrte Flasche (Wulf'sche Flasche, nicht mit Wasser gefüllt) luftdicht eingeschaltet.

Belastung des Apparats durch Anhängen von Gewichten. Uebergewicht von	Stand des Quecksilber-Manometers am Apparat	Stand des mit der inneren Blase communicirenden Manometers
0 Pfund	0 Mm.	0 Mm.
— 10 -	— 6,3 -	— 3 -
— 20 -	— 12,6 -	— 4 -
— 30 -	— 19 -	— 5 -

Eine Druckherabsetzung in der inneren Blase findet demnach entschieden statt, nur ist dieselbe unverhältnissmässig klein gegenüber der in der äusseren Blase. Der Grund ist auch hier einerseits darin zu suchen, dass der Elasticitätswiderstand der Blase und die übrigen Widerstände erheblich sind, andererseits aber darin, dass die äussere Blase sehr bald zusammenklappt und dadurch die innere Blase vor der Einwirkung der verdünnten Luft schützt. Hat sich die äussere Blase ganz um die innere angeschmiegt, so

bildet die innere Blase mit der sie umgebenden Haut der äusseren eine einfache Membran, die nunmehr unter dem Druck der äusseren Atmosphäre steht. Dem entsprechend beobachtete ich denn auch bei meinen Experimenten, dass zuweilen bei Verstärkung der Luftverdünnung das Quecksilber im Manometer, welches mit der inneren Blase communicirte, anstatt weiter zu sinken, plötzlich in die Höhe schnellte und sogar ein geringer positiver Ueberdruck sich manifestirte.

Um die Störungen zu vermeiden, welche durch das Zusammenfalten der Blasenwandungen entstehen, wandte ich mich nunmehr zu folgenden Experimenten.

Zweite Versuchsreihe.

Die Schwimmblase eines Karpfens wird geöffnet und in eine Glasröhre von 14 Ctm. Länge und 1 Ctm. Durchmesser luftdicht eingebunden. Die Blase ist collabirt, aber noch lufthaltig. Das Ende der Glasröhre, welche durch die eingestülpte Blase luftdicht gegen das übrige Lumen der Röhre abgeschlossen ist, wird nunmehr mit dem luftgefüllten pneumatischen Apparat in luftdichte Communication gesetzt. Das andere Ende der Röhre wird vermittelst Gummischlauch mit dem Pneumatometer in Verbindung gesetzt.

A. Comprimirte Luft.

Wird der Hahn des Apparats geöffnet, während der Cylinder durch angehängte 10 Pfund äquilibrirt ist, so steht das Manometer des Apparats sowohl wie des Pneumatometers auf Null. Wird nun die Luft im pneumatischen Apparat comprimirt, so steigt der Druck in der Fischblase und demgemäss auch im Pneumatometer, und zwar in folgender Weise:

Belastung des Apparats mit 0 Pfund	Druck im pneumatischen Apparat 0 Mm. Hg.	Druck am Pneumatometer 0 Mm. Hg.
10 -	+ 6,3 - -	+ 5 - -
20 -	+ 12,6 - -	+ 11 - -
25 -	+ 15,8 - -	+ 13 - -
30 -	+ 19 - -	+ 15,5 - -
35 -	+ 22 - -	+ 18 - -

Das Resultat ist demnach dem der ersten Versuchsreihe völlig analog.

Lässt man den Druck lange genug wirken, so gleicht sich die Druckdifferenz allmälig aus. Im letzten Beispiel erreichte der Druck im Pneumatometer bereits nach kaum 1 Minute die Höhe von 21 Mm.

Die Fischblase füllt sich während des Versuchs allmälig mehr und mehr mit Luft, ist aber auch bei 35 Pfund Belastung noch nicht prall gespannt.

B. Verdünnte Luft.

Werden die Gewichte am Ende des vorigen Versuchs allmälig abgenommen, so sinkt der Druck auch im Pneumatometer allmälig, jedoch nicht im gleichen Masse, wie im pneumatischen Apparat.

Belastung des Apparats mit	Druck im pneumatischen Apparat	Druck am Pneumatometer
35 Pfund	+ 22 Mm.	+ 21 Mm.
30 -	+ 19 -	+ 19 -
25 -	+ 15,8 -	+ 18 -
20 -	+ 12,6 -	+ 16 -
10 -	+ 6.3 -	+ 11 -
0 -	+ 0 -	+ 6 -
	Luftverdünnung:	
— 10 Pfund	— 6.3 Mm.	— 1 Mm.
— 15 -	— 9,5 -	— 4 -
— 20 -	— 12.6 -	— 8 -
— 25 -	— 15,8 -	— 10 -
— 30 -	— 19 -	— 12 -
— 35 -	— 22 -	— 14 -
Die Gewichte werden nun allmälig wieder abgehängt:		
— 30 Pfund	— 19 Mm.	— 13 Mm.
— 25 -	— 15,8 -	— 12 -
— 20 -	— 12,6 -	— 10 -
— 15 -	— 9,5 -	— 9 -
— 10 -	— 6,3 -	— 6 -
0	0	0

Wir sehen demnach, dass sowohl bei der comprimirten wie bei der verdünnten Luft der auf die innere Oberfläche der Fischblase ausgeübte Druck oder Zug eine analoge Wirkung in der von ihr abgeschlossenen Luft der Glasröhre ausübt. Auch hier geht ein Theil der Druckwirkung verloren, welcher zur Ueberwindung

der Widerstände verwendet wird. Der Verlust ist jedoch hier wenig erheblich.

Damit eine Wirkung zu Stande komme, muss die Fischblase lufthaltig, aber schlaff in die Glasröhre eingefügt sein. Spannt man dagegen eine Membran straff über die Glasröhre, so wird die Druck- und Zugwirkung auf ein geringes Mass reducirt und wird gleich Null, sobald die Spannung einen hohen Grad erreicht. Eine stark gespannte Membran wirkt eben nicht mehr wie eine elastische Membran, sondern wie eine unbewegliche Zwischenwand, welche der Druckwirkung ein so vollkommenes Gleichgewicht hält, dass sie nichts derselben von der inneren auf die äussere Wand zu übertragen vermag. Es ist dann ungefähr das gleiche erreicht, als ob man statt der Membran eine Holz- oder Glasplatte einfügte.

Dritte Versuchsreihe.

In beide Enden einer Glasröhre von 14 Ctm. Länge und 1 Ctm. Durchmesser wird je eine Fischblase luftdicht eingebunden und schlaff nach innen gestülpt. Das eine Ende der Röhre wird mit dem pneumatischen Apparat, das andere mit dem Pneumatometer in luftdichte Communication gesetzt.

A. Comprimirte Luft.

Belastung des Apparats mit	Druck im pneumatischen Apparat	Druck im Pneumatometer
0 Pfund	0 Mm.	0 Mm.
10 -	+ 6,3 -	+ 5 -
15 -	+ 9,5 -	+ 7 -
20 -	+ 12.6 -	+ 9 -
25 -	+ 15,8 -	+ 12 -
30 -	+ 19 -	+ 18 -
35 -	+ 22 -	+ 19 -

B. Verdünnte Luft.

Fortsetzung des vorigen Versuchs. Allmäliges Abnehmen von Gewichten.

30 Pfund	+ 22 Mm.	+ 17 Mm.
25 -	+ 15,8 -	+ 14 -
20 -	+ 12.6 -	+ 12 -
15 -	+ 9,5 -	+ 9 -
10 -	+ 6,3 -	+ 7 -
0 -	+ 0 -	+ 4 -

Unmittelbar darauf Anhängen von Gewichten zur Luftverdünnung:

Belastung des Apparats mit	Druck im pneumatischen Apparat	Druck im Pneumatometer
— 10 Pfund	— 6,3 Mm.	— 3 Mm.
— 15 -	— 9.5 -	— 6 -
— 20 -	— 12,6 -	— 8 -
— 25 -	— 15,8 -	— 11 -
— 30 -	— 19 -	— 13 -
— 35 -	— 22 -	— 15 -
— 40 -	— 25,3 -	— 16 -

Die Gewichte werden wieder allmälig abgehängt:

— 30 Pfund	— 19 Mm.	— 13 Mm.
— 25 -	— 15.8 -	— 10 -
— 20 -	— 12.6 -	— 7 -
— 10 -	— 6,3 -	— 3 -
0 -	0 -	0 -

Die Resultate sprechen so eclatant für sich selbst, dass es überflüssig ist, noch ein Wort hinzuzufügen. Wir haben zwei von elastischen Membranen umschlossene Hohlräume; beide sind gegen die äussere Luft und gegen einander abgesperrt, sie befinden sich in einem gemeinsamen, luftdicht nach aussen abgeschlossenen Raum; eine Erhöhung des Drucks in dem einen Hohlraum macht den im anderen steigen, ein Sinken des Drucks in dem einen setzt auch den im anderen herab. Es sind zwar Druckdifferenzen zwischen beiden Hohlräumen vorhanden; dieselben sind aber nicht erheblich und leicht durch die zu überwindenden Widerstände erklärlich.

Vierte Versuchsreihe.

Eine Schweinsblase wird in gleicher Weise wie im ersten Versuch so hergerichtet, dass der Fundus wie eine zweite Blase eingestülpt ist.

Die innere Blase wird mit Wasser angefüllt, aber so, dass dieselbe nicht prall gespannt ist. Es wird darauf geachtet, dass keine Luft in der inneren Blase zurückbleibt. In diese letztere wird nunmehr eine rechtwinklig gebogene Glasröhre eingefügt und deren aufsteigender Schenkel mit dem Pneumatometer in luftdichte Verbindung gesetzt.

Nunmehr wird die natürliche Blasenöffnung mittelst Glasröhre und Schlauch in Communication mit dem luftgefüllten, äquilibrirten

pneumatischen Apparat gebracht. In diesem Zustande steht sowohl das Manometer des Apparats, als auch das Pneumatometer auf Null.

Belastung des pneumatischen Apparats	Druck im pneumatischen Apparat	Druck im Pneumatometer
10 Pfund (nur Cylinder)	+ 6,3 Mm.	+ 4 Mm. (Wasser fliesst aus der Blase in den horizontalen Schenkel der Röhre ab.)
15 Pfund	+ 9,5 -	+ 6 Mm.
20 -	+ 12,6 -	+ 8 -
25 -	+ 15,8 -	+ 9 -
30 -	+ 19 -	+ 10 -
	Abnahme der Gewichte:	
25 Pfund	+ 15,8 Mm.	+ 9 Mm.
20 -	+ 12,6 -	+ 8 -
15 -	+ 9.5 -	+ 5 -
10 -	+ 6,3 -	+ 4 -
0 -	0 -	0 -
— 10 -	— 6,3 -	+ 3 -

Bei weiterer Luftverdünnung des Apparats klappt die äussere Blase zusammen und umschliesst die innere. Es tritt demgemäss kein weiteres Absinken des Drucks im Pneumatometer ein.

Der letzte Versuch zeigt, dass auch ein mit Flüssigkeit gefüllter, von elastischer Membran umschlossener Hohlraum in gleicher Weise auf die Luftcompression und Luftverdünnung reagirt wie ein lufthaltiger Raum. Im obigen Schema ist die Analogie zwischen Lunge und Herz noch vollständiger als in den ersten Versuchen.

Alle genannten Experimente bestätigen somit meine Voraussetzungen. Sie zeigen, dass wenn eine Drucksteigerung oder Druckverminderung in einem von elastischen Wänden umgebenen Hohlraum eintritt, eine entsprechende — wenn auch nicht dem Grade nach gleiche — Druckschwankung auch auf einen anderen, gleichfalls von elastischen Wandungen umschlossenen, mit Luft oder mit tropfbarer Flüssigkeit gefüllten Hohlraum sich überträgt, sobald dieser entweder von ersterem direct umgeben ist oder sich gemeinsam mit ihm in einem gegen die äussere Luft abgesperrten Raum befindet.

Ich darf wohl kaum erwarten, dass man mir einwirft, die

Herzwände und die grossen Gefässe befinden sich in demjenigen hohen Grade der Spannung, dass, wie das Experiment zeigt, eine Druckdifferenz keinen Einfluss mehr auf sie ausübt. Wer diesen Einwand erhöbe, müsste gleichzeitig läugnen, dass auch bei der gewöhnlichen und namentlich bei der tiefen In- und Exspiration ein Einfluss der Druckdifferenz auf das Herz und die grossen Gefässe ausgeübt wird, er müsste die Aspiration des Venenblutes durch den Einfluss der Lungen, die inspiratorische Druckverminderung, die exspiratorische Druckvermehrung im Aortensystem läugnen und somit das ganze Gebäude der Kreislaufslehre, wie es die Physiologie seit etwa einem Menschenalter aufgerichtet hat, von Grund auf niederreissen. Ich bezweifle, ob sich jemand finden wird, der die Kühnheit eines solchen Unternehmens besitzt.

Sphygmographische Untersuchungen.

Obgleich die vorhergehenden Untersuchungen mir die Wirkungen der pneumatischen Methode auf das Herz und den Puls auf's evidenteste und unzweifelhafteste erwiesen zu haben schienen, hielt ich es dennoch nicht für überflüssig, vermittelst Sphygmographie eine demonstratio ad oculos hinzuzufügen.

Nachdem ich meine sphygmographischen Versuche bereits seit lange ausgeführt hatte und ein Theil der ersten Auflage dieses Werkes schon gedruckt war, erschien eine höchst verdienstvolle Arbeit von Haenisch in Greifswald, in welcher gleichfalls sphygmographische Beobachtungen und Curven mitgetheilt wurden, die meine früher publicirten Anschauungen vollkommen bestätigten. Wenn ich auf diese Weise auch auf die Priorität der sphygmographischen Untersuchungen verzichten muss und dies mit Vergnügen thue, so glaube ich dennoch nicht, dass die Mittheilung meiner Beobachtungen durch Haenisch's Publication überflüssig geworden ist. Meine Beobachtungen bewegen sich nämlich in ganz anderer Richtung als diejenigen von Haenisch, und beide ergänzen sich auf diese Weise gegenseitig in höchst erwünschter Weise. Während nämlich Haenisch seine Experimente derart ausführte, dass er die Pulscurve vor und nach dem Versuche aufzeichnete, also nicht die unmittelbare Wirkung, sondern nur die Nachwirkung graphisch darstellte, war es vielmehr mein Bestreben, die Wirkungen

sowohl der comprimirten wie der verdünnten Luft einerseits bei der Inspiration, andererseits bei der Exspiration unmittelbar während des Gebrauchs zu studiren. Meine Untersuchungen sind nur an Gesunden angestellt und beziehen sich allein auf die physiologischen Wirkungen. Haenisch dagegen theilt auch therapeutische Untersuchungen mit und zeigt an den Pulscurven, die zu verschiedenen Zeiten an einer Herzkranken aufgenommen sind, wie die comprimirte Luft auf diese abnormen Pulscurven einwirkt und diese allmälig und nachhaltig in eine fast der Norm entsprechende verwandelt.

Meine sphygmographischen Experimente haben auf's vollständigste alles das bestätigt, was ich in den früheren Capiteln ausführlich dargelegt habe.

Als Grundlage der nunmehr folgenden sphygmographischen Demonstrationen dienen mir die vortrefflichen Untersuchungen Landois', die er in seinem Werke „die Lehre vom Arterienpuls" [1]) niedergelegt hat. Selbstverständlich kann ich auf elementare Einzelheiten nicht eingehen und muss diejenigen, die mit dem Gegenstand nicht vertraut sind, zu ihrer Orientirung auf dieses Werk verweisen.

Landois[2]) gelangt nach seinen Experimenten an elastischen Cautschukröhren und nach Untersuchungen an Menschen und Thieren zu gewissen fundamentalen Schlüssen, von denen ich nur diejenigen hier folgen lasse, welche für unseren Gegenstand von Wichtigkeit sind.

Bekanntlich ist jede normale Pulscurve dikrot oder richtiger polykrot. Es lassen sich an ihr ausser der Hauptelevation im absteigenden Schenkel noch eine zweite kleinere Elevation, die durch den Rückstoss bedingt wird, die sogenannte Rückstosselevation, und endlich noch einige meist sehr geringfügige wellige Erhebungen, die von Landois als Elasticitätselevationen bezeichnet

1) Berlin 1872. Aug. Hirschwald

2) Ich hoffe nicht derart missverstanden zu werden, als ob ich die Verdienste anderer Autoren um die Sphygmographie und namentlich diejenigen Vierordt's und Marey's herabsetzen wollte, weil ich mich nur auf Landois beziehe. Es ist der mangelnde Raum und der Umstand, dass ein näheres Eingehen auf die Literatur dieses speciellen Gegenstandes nicht in den Rahmen meiner Arbeit hinein gehört, was mich veranlasst, von den übrigen Autoren abzusehen und mich allein auf das neueste erschöpfendste Werk über diesen Gegenstand, das von Landois, zu stützen.

werden, unterscheiden. Figur 1 und I auf S. 336 demonstriren uns eine solche Pulswelle.

Unter abnormen Verhältnissen oder unter besonderen Bedingungen ändert sich die Gestalt der Pulswelle nach verschiedenen Richtungen. Uns interessiren hier vornehmlich diejenigen Veränderungen, welche durch den Einfluss erhöhter oder verminderter Spannung im Aortensystem hervorgerufen werden.

Landois kommt in dieser Beziehung zu folgenden Resultaten:

„Die Rückstosselevation ist um so grösser, je geringer ceteris paribus die Spannung der Arterienwandung ist und umgekehrt.

„Bei Steigerung des mittleren Druckes, in Folge behinderten Abflusses, in den Arterien rücken die Elasticitätselevationen im absteigenden Schenkel höher gegen den Curvengipfel empor.

„Bei sehr geringer Spannung der Arterienwände fallen die Elasticitätselevationen ganz fort.

„In einer und derselben Arterie nimmt die Zahl der Elasticitätselevationen zu mit dem Grade der Spannung der Arterienmembran.“

Ich füge noch Landois' Resultate über Anakrotismus hinzu. Der Anakrotismus besteht in dem Auftreten von Elasticitätselevationen im aufsteigenden Schenkel der Pulswelle, während die bisher betrachteten Elevationen im absteigenden Schenkel zum Vorschein kommen, also katakrot sind.

Nach Landois entstehen anakrote Elevationen, wenn bei der Systole abnorm grosse Blutmengen in die Arterien einströmen, zumal wenn gleichzeitig das Arterienrohr abnorm gespannt ist, wie es unter pathologischen Verhältnissen, namentlich bei Hypertrophie und Dilatation des linken Ventrikels in Folge von Morbus Brightii beobachtet wird.

Prüfen wir nunmehr an der Hand dieser Fundamentalsätze die von mir bei sphygmographischen Untersuchungen gewonnenen Resultate.

Meine ersten Experimente, die bereits in der ersten Auflage dieses Werkes mitgetheilt sind, stellte ich mit dem Marey'schen Sphygmographen nach der üblichen Methode an. Später fügte ich neue Experimente hinzu, welche ich mit dem Grunmach'schen Polygraphen[1]) ausführte. Derselbe besitzt den grossen Vorzug,

1) Emil Grunmach: Ueber den Polygraphen. Berl. klin. Wochenschr. 33. 1876. — Ueber die Anwendung des Sphygmophons und des verbesserten Polygraphen. ibidem. 7. 1879.

dass man sehr lange Curven damit zu zeichnen vermag, so dass man verschiedene Phasen derselben während einer grösseren Zeitdauer des Experiments zu überblicken im Stande ist. Die folgenden Curven sind an gut geschulten Personen gewonnen. Die mit arabischen Ziffern bezeichneten Figuren sind mit dem Marey'schen Sphygmographen, die mit römischen Ziffern versehenen, längeren Curven mit dem Grunmach'schen Polygraphen niedergeschrieben. Bei den letzteren erfreute ich mich der persönlichen Unterstützung des Herrn Dr. Grunmach.

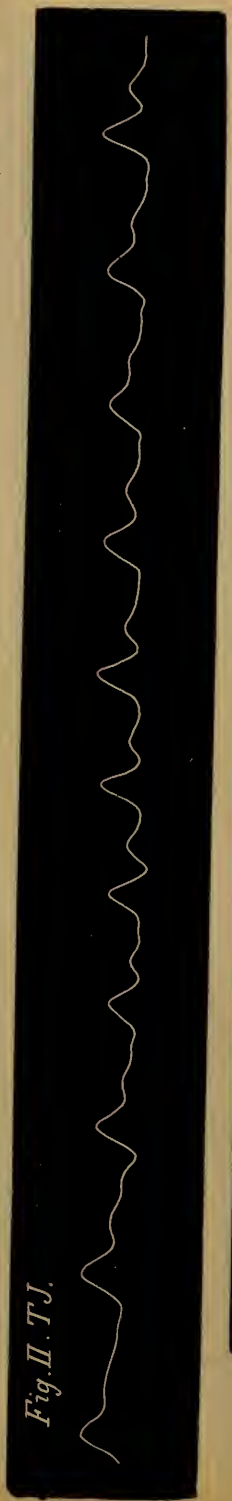
Die Curve 1 und I stellen den normalen Puls der Versuchspersonen unmittelbar vor dem Beginne des Experimentes dar. Wir sehen an derselben am absteigenden Schenkel jeder Pulswelle die Rückstosselevation sehr deutlich ausgeprägt, desgleichen einige nur in viel geringerem Grade hervorspringende Elasticitätselevationen.

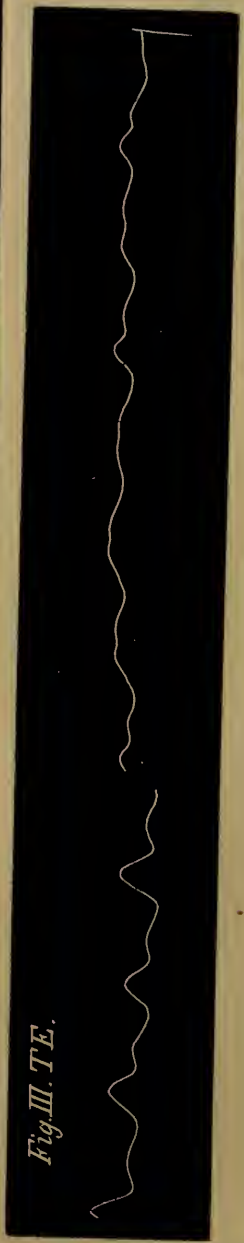
Ich stellte mir nun die Aufgabe, zunächst die Veränderungen der Pulswelle während tiefer In- und Exspirationen, sodann ganz besonders während des Valsalva'schen Versuchs einerseits und während des Müller'schen Experiments andererseits zu studiren, da nach meiner Voraussetzung der erstere Analogien mit der Wirkung der comprimirten Luft, das letztere mit der der verdünnten Luft darbieten muss.

Tiefe Inspirationen und forcirte Exspirationen.

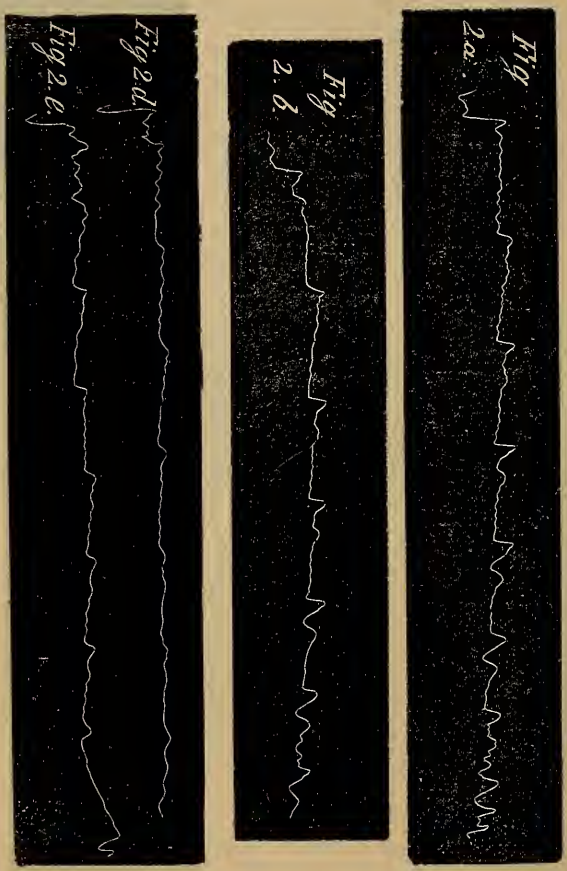
Fig. II und III zeigen in sehr präciser Weise den Einfluss der Athmung auf den Puls. Fig. II bringt die Wirkung tiefer Inspirationen zur Anschauung. Die in ihrem Anfangsstück noch normale Welle steigt ein wenig nach abwärts; die Rückstosselevation wird derart vergrössert, dass ein deutlicher Pulsus dicrotus sichtbar wird; die Elasticitätselevationen verschwinden; alles Zeichen für verminderte Spannung des Arterienrohrs.

Den Gegensatz hierzu bildet Fig. III, welche während einer forcirten Exspiration gezeichnet ist. Hier steigt die Curve in die Höhe, die Rückstosselevationen werden weniger ausgeprägt, dafür die Elasticitätselevationen prägnanter und zahlreicher: — Zeichen erhöhter Spannung im Aortensystem.





Valsalva'scher Versuch.

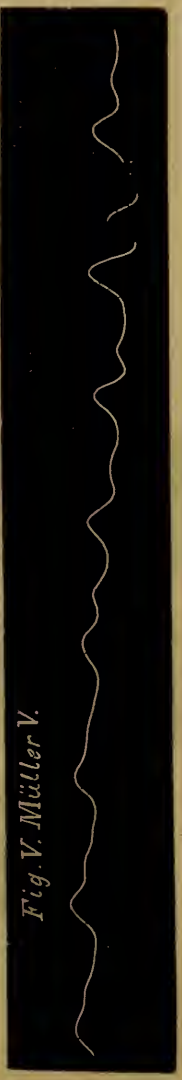


Figur 2 und IV stellt eine Pulscurve während des Valsalva'schen Versuchs, d. h. während der nach vorhergegangener tiefer Inspiration vollzogenen forcirten Exspiration bei geschlossenem Mund und Nase dar.

Zunächst sehen wir ein Ansteigen der Curve, bedingt durch die erhöhte Spannung und die vermehrte Blutfülle in den Arterien. Die Curve im ganzen erhält sich auf einer grösseren Höhe als zuvor; sie ist indess in der zweiten Hälfte ein wenig niedriger als in der ersten (Fig. IV), um erst am Ende der

Exspiration plötzlich abzusinken. Die Grösse der Pulswellen ist vermindert; also trotz vorhandener vergrösserter Blutfülle und gesteigerten Drucks wird der Puls kleiner. Bei der darauf folgenden Inspiration, mit dem Absinken der Curve wird die Pulswelle wieder grösser, und die Rückstosselevationen treten wieder stark hervor.

Vorzüglich ausgeprägt sind die Folgen der vermehrten Spannung des Arterienrohrs: Ausser dem Ansteigen der Curve sind die Rückstosselevationen viel weniger als normal ausgesprochen und lassen sich stellenweise kaum von den Elasticitätselevationen wegen ihrer geringen Höhe unterscheiden. Die Elasticitätselevationen dagegen haben beträchtlich an Zahl und Grösse zugenommen und sind höher gegen den Gipfel der Welle hinaufgerückt. Hier und da sind auch am aufsteigenden Schenkel der Welle Elasticitätserhebungen, also Anakrotismus, wahrnehmbar. Diese letztere Erscheinung ist ein Zeichen der erhöhten Blutfülle im Arterienrohr bei gesteigerter Spannung. Sie tritt besonders deutlich gleich am Anfang des Versuchs auf, wo ein grösseres Blutquantum in die Aorta eingepresst wird, als im Verlaufe des Versuchs.



Müller'scher Versuch.

Fig. 3 und V sind Pulscurven, gewonnen, während bei geschlossenem Mund und Nase tief inspirirt wurde.

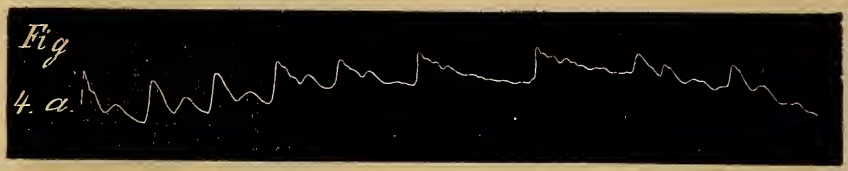
Der Gegensatz zu den Curven der Fig. 2 u. IV springt in die Augen. Besonders eclatant ist die Grösse der Rückstosselevation,

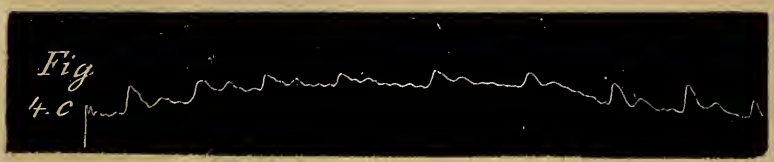
welche fast der eigentlichen Pulselevation an Höhe gleichkommt, so dass wir einen ausgeprägten pathologischen Pulsus dicrotus haben. Ausserdem ist das fast vollständige Fehlen der Elasticitätselevationen in Fig. V und in der ersten Hälfte der Fig. 3 sehr ausgesprochen.

Alle diese Momente beweisen eine Herabsetzung der Spannung im Arterienrohr.

In Fig. V tritt ferner das Absteigen der Curve sehr prägnant hervor, bedingt durch die verminderte Gefässspannung im Verein mit der verminderten Blutfülle. In Fig. 3 ist dagegen das Absinken der Curve nicht zur Anschauung gelangt, weil die mit dem Marey'schen Sphygmographen gezeichnete Curve zu kurz ist, um alle Uebergänge der einen Athemphase in die andere zu demonstriren; im Anfang der Curve hat hier bereits die Inspiration begonnen.

Inspiration comprimirter Luft.





Die Curven der Fig. 4 und VI sind verzeichnet, während die betreffende Person am pneumatischen Apparat comprimirte Luft von $^1/_{40}$ Atmosphären-Ueberdruck inspirirte.

Der Versuchsperson wurde die Maske von einem dritten fest vor Mund und Nase gehalten und das Oeffnen und Schliessen des Hahns gleichzeitig besorgt.

Die Analogie dieser Curven mit denen des Valsalva'schen Versuchs ist nicht zu verkennen.

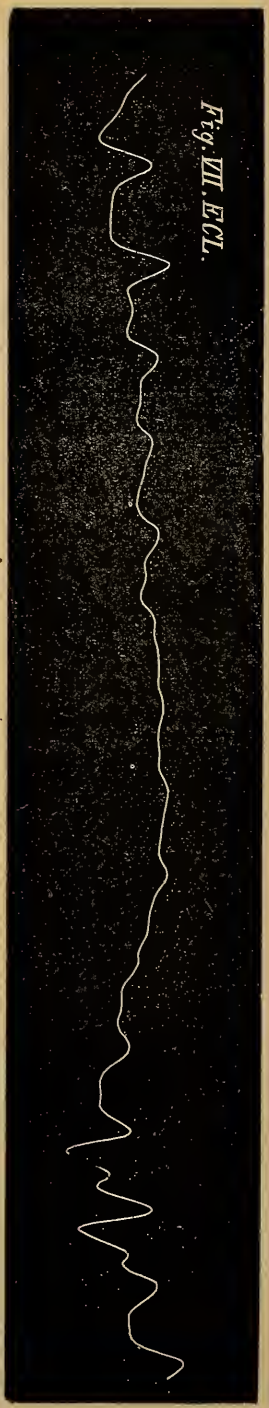
Zunächst sehen wir beim Beginn der Inspiration comprimirter Luft ein Ansteigen der Pulscurve, während normal bei der Inspiration die Curve ein wenig gegen die Exspiration sinkt — ein Beweis, dass die Spannung im Arterienrohr sich vergrössert, und zugleich sein Umfang, d. h. seine Blutfülle zugenommen hat (Pulsus plenus).

Die einzelne Pulswelle ist am Anfang der Inspiration ziemlich gross (Pulsus magnus), wird aber sehr bald kleiner und schliesslich sogar ausserordentlich klein (Pulsus parvus) (vergl. namentlich Fig. 4 b., c.). Trotz der Kleinheit der Pulswelle bleibt dennoch die Curve im ganzen auf einem höheren Niveau, d. h. obgleich der Puls klein ist, bleibt er dennoch voll. Diese Verhältnisse habe ich oben S. 292 ff. ausführlich erörtert, und die vorliegenden Pulscurven demonstriren sie auf das evidenteste. — Die Fülle der Arterien manifestirt sich wohl auch in der grösseren Abrundung der Pulswellengipfel.

Ausser durch das Ansteigen der Curve zeigen die Pulscurven auch sonst noch die deutlichen Zeichen vermehrter Spannung des Arterienrohrs (Pulsus durus). In Fig. 4 a., b., c. sehen wir ausserordentlich klar, wie am Anfang der Inspiration noch die Arterie weniger gespannt ist, und wie ihre Spannung mit jedem Pulsschlag zunimmt. Die Rückstosselevation, anfänglich noch stark ausgeprägt, wird immer niedriger und wird endlich kaum mehr von den Elasticitätserhebungen unterscheidbar. Diese letzteren nehmen an Zahl sehr wesentlich zu und rücken höher gegen den Wellengipfel hinauf. Endlich zeigen sich sogar anakrote Erhebungen.

Fig. VI. J. dL.

All dies bestätigt auf's vollkommenste meine obigen Ausführungen und die auf anderem Wege gewonnenen Resultate.



Exspiration in comprimirte Luft.

Die Curven der Fig. 5 und VII sind verzeichnet, während die Versuchsperson nach vorhergegangener tiefer Inspiration in condensirte Luft von $^1/_{60}$ Atmosphären-Ueberdruck exspirirte. Diese Curven sind denen, die während des Valsalva'schen Versuchs gewonnen wurden, noch viel ähnlicher, als die bei der Inspiration comprimirter Luft verzeichneten; aber unter sich bieten diese dreierlei Curven eine vollkommene Analogie dar, und nur dem Grade nach sind sie in ihrer Abweichung von der Norm verschieden.

Die Pulscurve steigt ziemlich steil an, die einzelne Pulswelle wird sehr klein. Die Rückstosselevationen treten weniger hervor, desto

erheblicher an Zahl und Grösse die Elasticitätselevationen; ferner besteht deutlicher Anakrotismus. Es ist ein hoher Grad der Spannung, welchen das Arterienrohr erreicht hat. Die Kleinheit der Pulswelle macht es zugleich erklärlich, wie schwierig es dem tastenden Finger werden muss, diesen Puls zu zählen. Je länger der Versuch andauert, um so weniger treten die einzelnen Pulswellengipfel durch ihre Höhe hervor, hier wird der Puls unzählbar. Trotz dieser Kleinheit der Pulswelle ist das Arterienrohr voll; denn der Gipfel der Pulswelle sowohl, wie ihr Fussende steht weit über dem Niveau der normalen Pulswelle. In Fig. VII sieht man gleichzeitig das Abfallen der Curven während der nachfolgenden Inspiration, wobei der Puls wieder gross und wegen der verminderten Spannung dikrot wird. Aber das Absinken, die Verminderung der Pulsspannung und Pulsfüllung dauert nur während zweier Pulse; sofort steigt die Welle wieder an — genau so, wie ich es oben (p. 310) ausgeführt, dass auch während der auf die Exspiration in comprimirte Luft folgenden Inspiration die Druckwirkungen der comprimirten Luft fortdauern müssen.

Die Pulsfrequenz erscheint in den Curven entschieden vermehrt.

Wir haben hier also eine Steigerung aller derjenigen Erscheinungen, welche bei der Inspiration comprimirter Luft hervortreten. Die Nothwendigkeit dieser Thatsache habe ich oben (S. 305) ausführlich dargelegt.

Inspiration comprimirter Luft und darauf folgende Exspiration in comprimirte Luft.

Die Luft im Apparate wurde um $^1/_{40}$ Atmosphärendruck condensirt. Die Maske wurde der Versuchsperson vorgehalten, der Hahn geöffnet, und nun wurde die comprimirte Luft zuerst inspirirt und, indem der Hahn offen gehalten wurde, unmittelbar darauf in die comprimirte Luft hinein exspirirt (Fig. 6 und VIII).

Die Curven beginnen, während bereits inspirirt wurde; die erste Hälfte derselben fällt auf die Inspiration, die zweite auf die Exspiration.

Der Charakter der Curven ist der bereits bei Fig. 4 und 5, VI und VII beschriebene. Nur hier treten die Differenzen zwischen Inspiration comprimirter Luft und Exspiration in dieselbe sehr deutlich hervor. Die Pulscurve steigt bei der Exspiration mehr an, die Pulswelle wird kleiner, die Elasticitätselevationen werden grösser.

Die Pulsfrequenz wird deutlich mit der beginnenden Exspiration vermehrt, indem die einzelne Pulswelle kürzer wird.

Inspiration verdünnter Luft.

Die Luft im Apparat wurde um $^1/_{60}$ Atmosphärendruck verdünnt und die verdünnte Luft inspirirt, während die Curven verzeichnet wurden.

Die Aehnlichkeit dieser Curven mit denen beim Müller'schen Versuch ist kaum zu verkennen.

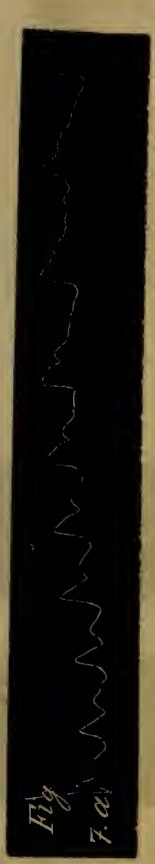
In Fig. 7a, b, c fällt nur die erste Hälfte der Curven in die Inspiration, die zweite in die Exspiration; in Fig. IX ist die ganze Dauer der Inspiration dargestellt, und zwar beginnt dieselbe erst nach Verzeichnung der ersten Pulse; gegen Ende der Curve, wo dieselbe ansteigt, beginnt die Exspiration.

Was zunächst in die Augen springt, ist die Grösse der Rückstosselevationen, welche auf's deutlichste ausgeprägt sind, und theilweise so hoch hinauf reichen, wie beim pathologischen Pulsus dicrotus. Dagegen treten die Elasticitätselevationen sehr bedeutend an Zahl und Grösse zurück und sind sogar an einzelnen Theilen der Curven kaum wahrnehmbar.

Diese Zeichen beweisen eine Herabsetzung der Spannung im Arterienrohr.

Die Curve ist ferner bemerklich herabgestiegen

(vergl. besonders Fig. IX und 7a.), indem die Gipfel der Wellen weit unter der Höhe der Normalwelle, welche in Fig. IX durch die ersten Pulswellen, in Fig. 7 durch das obere Ende des Anfangsstriches bezeichnet wird, sich befinden. Neben der Spannung ist demnach auch die Füllung des Arterienrohrs vermindert.



Endlich ist auch die einzelne Pulswelle kleiner als in der Norm. Besonders bezeichnend tritt dies hervor, wenn man den Anfang der Curven in Fig. 7, welcher der Inspiration der verdünnten Luft entspricht, mit dem Ende derselben, welches auf die Exspiration in die gewöhnliche Atmosphäre fällt, vergleicht; ebenso in Fig. IX, wo der

tiefste Theil der Curve der Inspiration, das Anfang- und Endstück der vorhergegangenen und nachfolgenden Exspiration entspricht.

Im übrigen sieht man auch eine andere Anschauung, die ich bereits früher (vergl. p. 317) zu beweisen mich bemühte, in den vorliegenden Curven bestätigt, nämlich die Ansicht, dass während der auf die Inspiration verdünnter Luft folgenden Exspiration die Luftverdünnung in ihrer Wirkung auf das Herz, wenn auch in viel geringerem Grade, fortdauert.

Man sieht zwar während der Exspiration die Pulscurven wieder ansteigen, den Puls voller und grösser werden, die Elasticitätselevationen sich wieder vermehren, also die Spannung des Arterienrohrs sich heben. Aber von der Norm ist diese Curve doch noch ziemlich weit entfernt, besonders sind die Rückstosselevationen noch viel höher als normal.

Exspiration in verdünnte Luft.

Die Verdünnung der Luft, bei welcher diese Curven gewonnen wurden, war eine ziemlich hochgradige, nämlich $^1/_{30}$ Atmosphären-Unterdruck. Die Exspiration dauert (Fig. 8) fast während der ganzen Dauer einer Curve an. In Fig. X fallen die ersten Pulswellen noch auf die Inspiration. Mit der Exspiration in die verdünnte Luft sinkt die Curve merklich ab — ein Zeichen für die Abnahme der Spannung und Füllung des Arterienrohrs.

Auch im übrigen bestätigt der Charakter der Curven evident alle Voraussetzungen, die ich früher demonstrirt hatte.

Die Pulscurve im ganzen ist niedrig, die einzelne Pulswelle klein. Die Rückstosselevationen treten sehr stark hervor und nähern sich vielfach an Grösse fast der eigentlichen Pulselevation, so dass ein pathologischer Pulsus dicrotus entsteht; die Elasticitätselevationen hingegen sind verhältnissmässig wenig hervortretend; wiederum ein Zeichen für die Verminderung der Arterienspannung.

Fig. X. E.V.L.

Wir haben also während der Exspiration in verdünnte Luft Herabsetzung der Arterienspannung, der Arterienfüllung und der Pulsgrösse.

In vollständigster Weise werden demnach durch die sphygmographischen Untersuchungen alle diejenigen Resultate bestätigt, die ich auf einem anderen Wege, sowohl dem der experimentellen Untersuchungen wie der theoretischen Erwägung, gewonnen hatte. Nach allen Seiten hin besteht die vollkommenste Harmonie sowohl zwischen den Ergebnissen der verschiedenen Untersuchungs- und Experimentalmethoden unter einander als ganz besonders auch mit der Theorie.

Meine sphygmographischen Untersuchungen regten sehr bald auch bei anderen Autoren hierher bezügliche Experimente an. Zuerst veröffentlichten Riegel und Frank eine Reihe von Pulsbildern, die zum Theil zu den vorzüglichsten und charakteristischsten ihrer Art gehören. Die Pulsbilder stimmen im grossen und ganzen mit den meinigen überein, und auch die Deutung, welche die genannten Autoren ihnen geben, weichen nicht wesentlich von meiner eigenen Anschauung ab. Nur in einem Punkte urgiren Riegel und Frank eine Differenz, indem sie sowohl beim Valsalva'schen Versuch, wie bei der Benutzung der comprimirten Luft zur Inspiration oder Exspiration, nur im Anfang der Wirkung eine Steigerung der Spannung constatirten, auf dieselbe jedoch eine Verminderung folgen lassen.

Ich will diesen letzteren Gegenstand hier nicht weiter ausführen. Nur so viel möchte ich erwähnen, dass während die meisten von mir gewonnenen Curven hiermit nicht übereinstimmen, bei einem Theil derselben das von Riegel und Frank beschriebene Verhalten wirklich zutrifft. Auf das An-

steigen der Spannung scheint mir eine Verminderung derselben noch im Verlaufe des Valsalva'schen Versuchs resp. während der Einathmung comprimirter Luft nur in denjenigen Fällen zu folgen, in welchen der Versuch sehr forcirt und sehr lange ausgedehnt, oder wo der Druck bis zu einem gewissen Uebermass gesteigert wird. In meiner obigen Curve p. 338 Fig. IV beginnt das Ansteigen der Welle beim Valsalva'schen Versuch mit dem Anfang der Exspiration und fällt ab am Ende derselben. Bei manchen anderen forcirten Experimenten dagegen erhielt ich, wie gesagt, Pulscurven, ähnlich wie Riegel.

Die ausgezeichnetsten und treffendsten Pulsbilder veröffentlichte kurz darauf Sommerbrodt. Er hatte dieselben mit seinem neuen Angiographen gewonnen, und dieselben waren im Stande, das An- und Absteigen der Curve unter der Wirkung der erhöhten oder verminderten Spannung so vortrefflich zu demonstriren, wie es meine mit dem Marey'schen Sphygmographen gezeichneten Bilder vorher nicht vermocht hatten, und wie es mir erst später durch den Grunmach'schen Polygraphen ermöglicht wurde. Es giebt keine bessere Illustration zu dem, was ich über die Wirkung der comprimirten Luft auf die Circulation von Anfang an gelehrt habe, als die Betrachtung dieser höchst charakteristischen Sphygmogramme von Sommerbrodt. Dieselben bestätigen auf's vollkommenste meine Anschauung über die Wirkung der comprimirten Luft auf die Arterienspannung und Arterienfüllung. (Auf die geringe Abweichung in betreff der Pulsfrequenz, welche Sommerbrodt bei der Inspiration comprimirter Luft beschleunigt fand, lege ich, wie ich von vorn herein erklärte, kein Gewicht.) In Beziehung auf den Valsalva'schen Versuch kommt Sommerbrodt zu dem gleichen Resultate, wie Riegel und Frank.

Das Ansteigen der Curve beim Valsalva'schen Versuch und bei der Inspiration comprimirter Luft lässt Sommerbrodt in seiner ersten Arbeit bewirkt werden durch die Steigerung der Spannung und des arteriellen Blutdrucks einerseits, die vermehrte Blutfülle in den Capillaren und Venen andererseits. In einer späteren Arbeit nimmt er das zweite Moment als das einzig wirksame an und erklärt, dass der Blutdruck im Gegentheil sinke. Er kommt zu diesem Schlusse auf Grund von Experimenten, die er anstellte, indem er durch Hervorrufung einer venösen Stauung gleichfalls ein Ansteigen der Pulscurven bewirken konnte, während Lichtheim nachgewiesen, dass selbst nach Unterbindung der abführenden Venen der Blutdruck in der zuführenden Arterie nicht steige.

Es ist vollkommen richtig, dass aus einem Ansteigen der Pulscurve auf ein Wachsen des „Blutdrucks" nicht geschlossen werden darf. Diejenigen, die sich einen solchen Schluss erlaubten, befanden sich in dem Irrthum, dass Blutdruck und Arterienspannung identische oder wenigstens analoge Begriffe seien. Aus meinen neuesten Untersuchungen geht mit Evidenz hervor, dass Blutdruck und Spannung keineswegs einander proportional sind. Aus einer vermehrten Spannung darf man nicht auf einen erhöhten Blutdruck schliessen, wohl aber auf einen erhöhten Gesammtdruck in der Arterie, welcher sich aus dem Product von Blutdruck und Blutfüllung zusammensetzt. Ich kann auf diesen Punkt hier nicht näher eingehen, sondern muss auf meine neueste Arbeit über „die Messung des Pulses und des Blutdrucks am Menschen" verweisen.

Durch venöse Stauung braucht der Blutdruck nicht zu wachsen; aber der Gesammtdruck in der Arterie wächst und mit ihr die Arterienspannung. Durch das Anwachsen der Spannung — also nicht direct durch die Vermehrung der Blutfülle in den Capillaren, wohl aber indirect in deren Folge — steigt die Pulscurve an, genau so, wie ich den Vorgang von vorn herein dargestellt habe.

Eine erfreuliche Ergänzung finden meine Untersuchungen in den Beobachtungen Haenisch's.

Indem Haenisch nicht nur an Gesunden, sondern auch an Kranken, und nicht während der Anwendung der pneumatischen Methode, sondern in den Intervallen derselben seine Untersuchungen ausführte, bewies er einerseits die therapeutische Wirksamkeit der neuen Heilmethode auch auf dem Wege der Sphygmographie, wie ich sie bereits durch die übrigen diagnostischen Untersuchungsmethoden mit Sicherheit festgestellt hatte; andererseits bewies er durch seine Curven, dass die Wirkung der comprimirten und verdünnten Luft keine nur während des Gebrauchs andauernde und sodann schnell vorübergehende ist, sondern dass eine anhaltende Nachwirkung besteht. Das Vorhandensein und die Nothwendigkeit einer solchen Nachwirkung zu beweisen, habe ich mich bereits oben (p. 300) eingehend bemüht; dennoch ist es von nicht geringem Werthe, durch die graphische Methode dieselbe ad oculos demonstrirt zu sehen.

Der Fall, welchen Haenisch mittheilt, betrifft eine Stenose und Insufficienz der Mitralklappe. Unter der Behandlung mit Inspirationen comprimirter Luft besserten sich alle krankhaften Erscheinungen. Der Puls wurde zunächst vor der Behandlung sphyhmographisch untersucht, sodann unmittelbar nach der ersten Sitzung und später zum öfteren in Intervallen von mehreren Wochen. Die anfänglich abnorme Pulscurve wurde einerseits unmittelbar nach dem jedesmaligen Gebrauch der comprimirten Luft in ihrer Qualität geändert und mehr der Norm genähert: der Puls wurde voller, grösser, gespannter; andererseits schritt die Besserung des Pulses stetig vor und blieb nachhaltig bestehen: die zuletzt verzeichneten Pulscurven lassen sich von normalen kaum noch unterscheiden.

In gleicher Weise demonstrirte später Fenoglio durch die sphygmographische Methode die therapeutische Wirkungen der Ausathmungen in verdünnte Luft bei Insufficienz der Aortenklappen, worauf ich noch zurückkommen werde.

Pulsmessungen.

Haben die bisherigen Untersuchungen bereits meine Anschauungen über die Wirkungen der comprimirten und verdünnten Luft auf den Puls genügend bestätigt, so bin ich nunmehr in der glücklichen Lage, durch directe Messungen auch den zahlenmässigen Nachweis für die Richtigkeit derselben zu liefern und dadurch jeden Zweifel endgiltig zu beseitigen. Meine Studien, betreffend den Einfluss der Athmung, des Valsalva'schen und Müller'schen Versuchs, der comprimirten und verdünnten Luft auf das Herz und die Blutcirculation waren es gerade gewesen, die mich die Mängel der bisherigen Untersuchungsmethoden ganz besonders empfinden liessen und mich dazu anspornten, eine Methode zu ersinnen, welche an die Stelle der — wie wir sahen, immer noch verschiedenen Deutungen Raum gebenden — Schätzungen eine directe Messung im streng physicalischen Sinne setzte. Dies ist mir durch die Construction der Pulsuhr oder des Angiometers gelungen. Ich will die hierher bezüglichen Resultate nur sehr kurz mittheilen, des näheren auf meine Schrift verweisend [1]).

1. Wirkung tiefer Inspirationen auf den Puls. Sowohl die Arterienspannung wie die Arterienfüllung vermindern sich — erstere in einem concreten Beispiel, entsprechend einer Quecksilbersäule von ca. 33 Mm., letztere um etwa $^1/_{12}$ der ursprünglichen Füllung. Was die Pulsgrösse (0,04 Mm.) betrifft, so zeigen sich auf der Höhe der Inspiration ein bis zwei Pulse, die grösser sind als zuvor (0,05 Mm.); sodann wird der Puls kleiner als normal (0,03 bis 0,02), um bei der Exspiration sich wieder zu vergrössern.
2. Wirkung forcirter Exspirationen auf den Puls. Durch eine sehr forcirte Exspiration oder mehrere schnell auf einander folgende Exspirationsstösse wird die Spannung erhöht — in dem concreten Beispiel entsprechend 25,7 Mm. Quecksilberdruck; die Füllung der Arterien vermehrt sich — um ca. $^1/_{10}$; die Pulsgrösse wächst während 1—3 Pulse ein

1) Waldenburg: Die Messung des Pulses und des Blutdrucks am Menschen. Berlin. Verlag von August Hirschwald. 1880.

wenig (0,05 Mm.), um nachher sich zu verringern. (0,03 bis 0,02 Mm.)

3. Valsalva'scher Versuch. Arterienspannung und Arterienfüllung wachsen erheblich — erstere bei der betreffenden Versuchsperson um 64,4 Mm. Hg., letztere um ca. 18 pCt. Die Pulsgrösse (ursprünglich 0,04 Mm.) sinkt sehr erheblich (bis auf 0,01 Mm.) herab, nachdem ein einziger grösserer Puls (0,05 Mm.) vorhergegangen.
4. Müller'scher Versuch. Sowohl Arterienspannung wie Arterienfüllung sinken erheblich — erstere um 64,4 Mm. Hg., letztere um ca. 15,5 pCt. Pulswelle bei 1 bis 2 Pulsen vergrössert (0,05), später bis auf 0,01 und sogar bis zu einer nicht mehr messbaren Grösse verkleinert.
5. Inspiration comprimirter Luft. Bei jeder einzelnen Inspiration comprimirter Luft Zunahme der Arterienspannung und der Arterienfüllung, die sich bis zu einem bestimmten Grade steigert bei einer Reihe auf einander folgender Inspirationen, wie sie bei unserem therapeutischen Verfahren statthat. Bei unserer Versuchsperson stieg während der Einathmung eines vollen Cylinders um $^1/_{40}$ Atm.-Druck comprimirter Luft die Spannung um 82,8 Mm. Hg., die Arterienfüllung um 18,36 pCt. Was die Pulsgrösse betrifft, so zeigte sich meist am Anfang jeder Inspiration ein einziger Puls von grösserer Höhe (0,05 anstatt 0,04 Mm.), auf welchen sodann verkleinerte Pulse (0,03 Mm.) folgten.
6. Inspiration verdünnter Luft. Sowohl Arterienspannung wie Arterienfüllung vermindern sich bei jeder einzelnen Inspiration, und zwar bis zu einem gewissen Grade fortschreitend, sobald mehrere Inspirationen verdünnter Luft auf einander folgen. Durch 7 bis 8 auf einander folgende Inspirationen um $^1/_{60}$ Atm.-Druck verdünnter Luft verminderte sich die Arterienfüllung um 17 pCt. Die Arterienspannung sank durch eine einzige Inspiration um 36,8 Mm. Hg., und selbst bei der darauf folgenden Exspiration blieb noch ein Spannungsverlust von 18,4 Mm. Hg. bestehen. Die Höhe der Pulswelle wurde am Anfang des Versuchs bei einigen Pulsschlägen um ein weniges (etwa 0,01 Mm.) gehoben, um sich nachher sehr merklich zu verkleinern (0,02 Mm.).

7. Exspiration in verdünnte Luft. Hier tritt eine analoge Wirkung ein wie bei der Inspiration verdünnter Luft, nur weit weniger hochgradig. Durch 7 bis 8 Exspirationen in verdünnte Luft (— $^1/_{34}$ Atm.-Druck) verminderte sich die Arterienspannung um 27,6 Mm. Hg., die Arterienfüllung um 9,66 pCt. Pulsgrösse anfangs etwas erhöht (0,05 Mm.), später verkleinert (0,03 bis 0,02 Mm.).
8. Exspiratron in comprimirte Luft. Wirkung wie beim Valsalva'schen Versuch.

Ausser den genannten Wirkungen während der Dauer der Experimente, wurde zugleich bei den Experimenten ad 5, 6, 7 constatirt, dass diese Wirkungen meist den Versuch um mehrere Minuten überdauerten.

Ich habe zu den Resultaten dieser Pulsmessungen nichts hinzuzufügen. Wo Zahlen sprechen, und überdies in so unzweideutiger Weise, sind Worte überflüssig.

Kymographische und plethysmographische Untersuchungen.

Die ersten kymographischen Untersuchungen an Thieren, um den Einfluss der Einathmungen comprimirter Luft aus dem pneumatischen Apparat auf den Blutdruck kennen zu lernen, machten auf Botkin's Anregung Drosdoff und Botschetschkaroff. Sie öffneten die Trachea eines mit Opium narcotisirten Hundes, setzten dieselbe durch Canüle und Schlauch mit meinem pneumatischen Apparat in Verbindung und leiteten die künstliche Athmung derart ein, dass dem Hunde eine um $^1/_{22}$ Atmosphären-Druck comprimirte Luft zur Inspiration dargeboten wurde. Hierbei fanden sie nun, dass der Blutdruck während der Inspiration sofort sank. Auch bei durchschnittenen Vagis trat der gleiche Effect ein, während unmittelbar nach der Inspiration der comprimirten Luft der Druck wieder stieg. Die kymographische Untersuchung wurde an der Art. carotis communis ausgeführt.

Ich setzte diesen Untersuchungen sofort folgende Erwägungen entgegen:

Der Herzmuskel und die grossen Gefässstämme bei kleinen Thieren haben eine viel geringere Widerstandskraft und ein viel

engeres Lumen als die entsprechenden Theile beim Menschen. Sie können deshalb durch Druck viel leichter so stark comprimirt werden, dass ihr Lumen stellenweise gänzlich oder annähernd verschwindet. Nun ist der Grad der Luftcompression, welchen die Autoren bei den Thieren in Anwendung brachten, $^1/_{22}$ Atmosphärendruck, schon für den Menschen ein ausserordentlich hoher, so hoch, dass ich ihn weder therapeutisch noch zu meinen physiologischen Untersuchungen zu benutzen wagte. Unverhältnissmässig energischer muss deshalb diese Wirkung auf den Circulationsapparat des kleinen Thieres sein. Die Annahme liegt ausserordentlich nahe, dass dieser starke Druck nicht nur die dünnwandigen Venen gänzlich comprimirt nnd den Zufluss neuen Blutes zum rechten sowohl wie zum linken Herzen hindert, sondern dass er auch die intrathoracischen Arterienstämme so zusammenpresst, dass stellenweise ihr Lumen nahezu oder gänzlich verschlossen wird. Tritt dieser Zustand ein, so kann sich die Druckwirkung des Herzens, zumal wenn dasselbe nur wenig Blut zum Hinauspumpen besitzt, in den peripherischen Gefässen nicht mehr äussern, und der Druck im Arteriensystem muss sofort stark sinken. Es findet hier dasselbe Verhalten statt, wie ich es oben bei meinen Experimenten mit elastischen Häuten beschrieben habe. Sobald diese stark durchnässt sind, kann ihr Lumen durch den Druck der umgebenden comprimirten Luft vollkommen verschlossen werden, und das Manometer zeigt dann keine Drucksteigerung mehr an, mag man die Luft in der Umgebung auch noch so sehr comprimiren. Da die Wirkung eine rein mechanische ist, tritt sie ein, mögen die Vagi intact oder durchschnitten sein. Die Beobachtungen von Drosdoff und Botschetschkaroff stehen demnach keineswegs in irgend welchem Gegensatz zu den Resultaten meiner Untersuchungen, sondern harmoniren vielmehr ganz vollkommen mit ihnen.

Hierauf replicirte Drosdoff, dass er in Gemeinschaft mit Botschetschkaroff ein Absinken des Blutdrucks während der Einathmung comprimirter Luft nicht allein bei sehr hohen Druckwerthen, sondern auch bei schwacher Compression, wie sie in der pneumatischen Therapie angewendet wurde, erhalten habe, und theilt Belege hierfür mit. Unmittelbar nach dem Sistiren der Einathmungen steige der Blutdruck über die Norm an.

Bemerkenswerth ist ferner Drosdoff's Mittheilung von Blut-

druckmessungen in der Vena jugularis. Es fand sich, meiner Voraussetzung entsprechend, Drucksteigerung in derselben während der Einathmungen comprimirter Luft.

Dass die Wirkung der comprimirten Luft eine rein mechanische ist, erweist Drosdoff noch daraus, dass die gleiche Wirkung eintrat, sobald anstatt atmosphärischer Luft comprimirter Wasserstoffgas den Thieren zum Einathmen dargereicht wurde.

Auch Versuche über die Wirkung der Ausathmung in verdünnte Luft bei Thieren wurden von den genannten Autoren angestellt. Als wesentlichstes Resultat fand sich eine Steigerung des Blutdrucks, und zwar gleichgültig, ob die Vagi intact oder durchschnitten waren.

Drosdoff's und Botschetschkaroff's Untersuchungen fanden im wesentlichen Bestätigung durch zwei vortreffliche Arbeiten: von Lambert und Zuntz. Beide Autoren stellten kymographische Beobachtungen an Hunden an. Beiden ergab sich beim Einathmen comprimirter Luft ein Absinken des Blutdrucks, beim Ausathmen in verdünnte Luft ein Ansteigen desselben. Indess erachte ich für ausserordentlich wichtig, dass sowohl Lambert wie Zuntz bei der Einathmung der comprimirten Luft während der ersten Systolen meist ein kurzes Ansteigen des Blutdrucks dem Sinken desselben vorhergehen sahen, desgleichen beim Ausathmen in verdünnte Luft während der ersten Systolen zunächst ein Absinken des Blutdrucks beobachteten, dem sodann das Ansteigen folgte.

Auch den Blutdruck in den Venen mass Lambert während der Einathmung comprimirter Luft und fand denselben gegen die Norm erhöht.

Ich schliesse hieran die plethysmographischen Beobachtungen v. Basch's. Dieser Autor benutzte ein Instrument ähnlich dem Mosso'schen Plethysmographen und untersuchte, welchen Einfluss die Einathmung comprimirter, resp. verdünnter Luft auf die niederzuschreibende Curve ausübt. v. Basch glaubt, dass die von ihm verzeichnete plethysmographische Curve die Blutdruckschwankungen anzeige — eine Ansicht, die meiner Meinung nach und auch nach der Meinung von Mosso irrthümlich ist. Es ist hier nicht der Ort, auf eine Analyse und Kritik der Arbeit v. Basch's näher einzugehen, um meine Anschauung zu begründen, dies würde mich von meinem Gegenstand zu weit abführen. Genug v. Basch selbst deutet die von ihm gewonnenen Curven als Blutdruckcurven. In

der That bieten dieselben eine vollkommene Analogie zu den Resultaten von Drosdoff und Botschetschkaroff, besonders aber zu denen von Lambert und Zuntz dar: beim Einathmen comprimirter Luft sinkt nach einem kurzen Ansteigen die Curve ab, beim Einathmen verdünnter Luft hebt sie sich. Sollte ich mich in der Beurtheilung der Versuche v. Basch's täuschen und dieser Autor mit seiner Deutung Recht behalten, so wären seine Versuche eine Bestätigung derjenigen der eben genannten Autoren.

Als richtige plethysmographische oder volumometrische Curven — was sie doch in erster Reihe bei fehlerfreiem Experiment sein sollten — sind dagegen die Curven v. Basch's unter keinen Umständen zu betrachten; denn sie zeigen entgegengesetzt allen bisherigen Beobachtungen sämmtlicher Autoren, selbst derjenigen, die in anderen Punkten mit mir differiren, eine Volumsabnahme des Vorderarms beim Einathmen comprimirter, eine Volumsvermehrung beim Einathmen verdünnter Luft! Auch v. Basch selbst zieht diese Consequenz nicht. Offenbar hindert die Gummimanchette, welche den Arm mit dem Plethysmographen luftdicht verbindet, die freie Blutcirculation im Vorderarm, mindestens die Rückstauung des Venenbluts in denselben, wodurch ja die Blutzunahme bei der Anwendung comprimirter Luft hauptsächlich bewirkt wird. Auch bei der Einathmung verdünnter Luft scheint mir eine durch die Manchette gesetzte Fehlerquelle schwer vermeidlich. Für die geringen Volumsschwankungen, welche Mosso selbst bisher untersuchte, ist das Plethysmograph sicherlich ein vortreffliches Instrument; dagegen für erhebliche Volumsänderungen, wie sie beim Gebrauch der comprimirten und verdünnten Luft statthaben, scheint das Instrument wenigstens in der bisherigen Anordnung, wegen des Einschneidens resp. Nachlassens der das Instrument mit dem Arm verbindenden Manchette, durchaus ungeeignet. Wie gross die Störungen und Fehlerquellen am Plethysmographen schon bei der Beobachtung der gewöhnlichen Respirationsschwankungen sind, dafür liefern die bemerkenswerthen Untersuchungen Schreiber's höchst instructive Beweise.

Kehren wir nunmehr zum Blutdruck zurück. Hier muss ich nun zunächst betonen, dass alle genannten brauchbaren Resultate durch kymographische Untersuchungen an Thieren gewonnen sind. Ich halte es nicht für zulässig, die Resultate dieser Thierversuche ohne weiteres auf den Menschen zu übertragen; denn die künst-

liche Athmung narcotisirter Thiere enthält wesentliche Verschiedenheiten von der willkürlichen Athmung des Menschen. Mindestens halte ich Controlversuche an Menschen für geboten, und die von mir angegebene Methode der Blutdruckmessung am Menschen[1]) mittels meiner Pulsuhr hat nunmehr solche Untersuchungen auch am Menschen ausführbar gemacht. Leider haben mich anderweitige Arbeiten bisher noch gehindert, den Einfluss der Athmung, der comprimirten und verdünnten Luft auf den Blutdruck am Menschen einer eingehenden Forschung, die mit vielerlei Schwierigkeiten verknüpft ist, zu unterziehen. Sie muss der Zukunft vorbehalten bleiben.

Es müssen demnach in Anbetracht, dass zur Zeit noch Versuche am Menschen fehlen, die Thierexperimente vorläufig als Grundlage der Betrachtung dienen.

Die Resultate der kymographischen Untersuchungen an Thieren scheinen nun in einem gewissen Gegensatz zu einem Theil meiner Ergebnisse am Menschen zu stehen: sie ergaben Abnahme des Blutdrucks, wo ich Zunahme des Drucks im Aortensystem und vermehrte Arterienspannung constatirte, sie ergaben umgekehrt Blutdrucksteigerung, wo ich Abnahme des Drucks im Aortensystem und Verminderung der Arterienspannung nachgewiesen habe. Die kymographischen Curven scheinen meinen sphygmographischen Curven und meinen Pulsmessungen direct zu widersprechen. Sie scheinen! und in der That ist es nur ein Schein des Widerspruchs, keiner in Wirklichkeit.

Durch meine neuesten Untersuchungen mittels der Pulsuhr ist endlich das Verhältniss des Blutdrucks zur Arterienspannung einer eingehenden Analyse unterzogen, und sind Resultate zu Tage gefördert worden, welche einen wesentlichen Umschwung in den bisherigen Anschauungen über diesen Gegenstand herbeiführen müssen. Auf die Begründung meiner Ansicht kann ich hier nicht näher eingehen, sondern muss in dieser Beziehung auf meine oben citirte Arbeit verweisen.

Als ein wichtiges Ergebniss meiner Untersuchungen, welches allen früheren Anschauungen widerspricht, wurde festgestellt, dass Arterienspannung und Blutdruck nicht einander proportional sind, dass unter Umständen sogar erstere gesteigert sein kann, während

1) Waldenburg: Die Messung des Pulses und des Blutdrucks am Menschen. Berlin 1880. Aug. Hirschwald.

letzterer sinkt. Die Arterienspannung ist nicht ein Mass für den Blutdruck, sondern für den Gesammtdruck im Aortensystem. Dieser letztere ist vom Blutdruck κατ' ἐξοχήν, welcher manometrisch messbar ist, sehr wohl zu unterscheiden. Leider wird eine solche Unterscheidung gewöhnlich verabsäumt, woraus grobe Irrthümer in gar manchen Disciplinen entstanden sind. Der „Druck im Aortensystem" ist das Product von Blutdruck und Blutfülle, resp. von Blutdruck und Arteriendurchschnitt. Der erstere wächst, sobald das Product seiner beiden Factoren wächst, und es ist leicht ersichtlich, wie es möglich ist, dass der Gesammtdruck in den Arterien sich steigert, selbst wenn der eine Factor, nämlich der Blutdruck, sich vermindert. Dies geschieht nämlich dann, wenn die Arterienfüllung in einem grösseren Verhältniss sich vermehrt, als der Blutdruck sich vermindert. Das gleiche gilt vice versa für ein Absinken des Drucks im Aortensystem trotz Blutdrucksteigerung.

Ich sagte, die Gefässspannung ist ein Mass für den Druck im Aortensystem, sie ist kein Mass für den Blutdruck. Hierin liegt die Lösung des obigen scheinbaren Widerspruchs. Ich selbst habe in meinen Arbeiten niemals vom Blutdruck κατ' ἐξοχήν, sondern immer nur vom Druck im Aortensystem und von der Arterienspannung gesprochen [1]), und von diesen letzteren bleibt alles dasjenige in vollster Geltung', was ich von von vorne herein über die Wirkung der comprimirten und verdünnten Luft gelehrt habe. Meine Pulsmessungen bieten hierfür die beste, unantastbare Bestätigung. Mich trifft nicht die Schuld, wenn andere Autoren Blutdruck auf der einen Seite, Gesammtdruck im Aortensystem und Arterienspannung auf der anderen Seite mit einander confundiren und daraus einen — in Wirklichkeit nicht bestehenden — Gegensatz zu meinen Resultaten herleiten. Namentlich möchte ich hervorheben, dass alle diejenigen Punkte, betreffs deren Lambert gegen meine Anschauungen ankämpft, nur auf eine solche Verwechselung zurückzuführen sind. Lambert überzeugte sich sogar selbst bei seinen Thierversuchen, dass während der Inspiration comprimirter Luft die blossgelegten Arterien, genau so wie ich es beschrieben, gespannter wurden, und dennoch fand er Herabsetzung des Blutdrucks! Gewiss, diese Thatsache musste frappiren; erst in meinen neuesten Untersuchungen findet sie ihre höchst einfache Erklärung.

1) Man vergleiche auch die erste Auflage dieses Werkes.

Also ein Gegensatz zwischen den kymographischen Blutdruckmessungen und meinen Pulsuntersuchungen besteht nicht im mindesten. Gehen wir nunmehr an die Erklärung der vorliegenden Thatsachen:

Die Resultate der von Drosdoff und Botschetschkaroff, Lambert und Zuntz ausgeführten Experimente, um die Wirkung der comprimirten und verdünnten Luft auf den Blutdruck von Thieren zu bestimmen, knüpfen an ältere, sehr wichtige Untersuchungen von Einbrodt[1]) und Hering[2]) über den Einfluss der Athmung auf den Blutdruck an. Einbrodt fand bereits, dass bei sehr gedehnter tiefer Inspiration nur am Anfang derselben ein Absinken des Blutdrucks stattfindet, dass aber noch während des Verlaufs der Inspiration der Druck wieder ansteigt und diese Drucksteigerung im Anfang der Exspiration ihren Höhepunkt erreicht, worauf noch im Verlaufe der Exspiration der Blutdruck wieder zu sinken beginnt. Die Untersuchungen von Hering und die neueren bereits citirten Arbeiten von Zuntz, v. Basch, Schreiber, denen sich noch Klemensiewicz[3]), Löwit[4]), Knoll[5]) anreihen, stimmen Einbrodt zu. Hierbei möchte ich jedoch bemerken, dass ich nur die kymographischen Ergebnisse — nicht die sphygmographischen und plethysmographischen — als anstandslos beweiskräftig in dieser Beziehung ansehen kann, weil die sphygmographischen sich nicht auf den Blutdruck, sondern auf die Arterienspannung, die plethysmographischen gleichfalls sich nicht auf den Blutdruck allein, sondern bei Ausschluss von Fehlerquellen sich auf das Product von Blutdruck und Blutfülle beziehen.

In der Deutung der Thatsachen stimme ich im grossen und ganzen mit Zuntz überein, und möchte ausserdem auch nicht unterlassen, noch besonders auf die beachtenswerthen Deductionen von Mordhorst hinzuweisen.

Ich will hier nur auf die Wirkungen der comprimirten

---

1) Einbrodt: Ueber den Einfluss der Athembewegungen auf Herzschlag und Blutdruck. Sitzungsber. der Akad. d. Wissensch. in Wien. 1860.

2) Hering: Ueber den Einfluss der Athmung auf den Kreislauf. Ibid. 1871.

3) Klemensiewicz: Ueber den Einfluss der Athembewegungen auf die Form der Pulscurven beim Menschen. Ibidem 1876.

4) S. Literaturverzeichniss p. 171.

5) Knoll: Beiträge zur Kenntniss der Pulscurve. Archiv f. experimentelle Pathologie. Bd. IX. Heft 5 u. 6. 1878.

und verdünnten Luft eingehen und den scheinbaren Widerspruch aufklären, der zwischen den kymographischen und den übrigen Untersuchungsresultaten besteht.

1. Bei der Inspiration comprimirter Luft wird, wie wir sahen, während der ersten Systolen eine grössere Blutmenge mit vergrösserter Kraft in die Arterien hineingeworfen. Die Folge hiervon ist: vermehrter Druck im Aortensystem und vermehrte Blutfülle in demselben. Aus demselben Grunde steigt anfangs auch der Blutdruck, wie die Versuche von Lambert und Zuntz ergaben. Sehr bald aber sinkt der Blutdruck unter die Norm herab, und zwar deshalb, weil erstens mit den folgenden Systolen bereits, wie ich von vorn herein lehrte, eine verminderte Blutmenge in die Aorta strömt und somit der jedesmalige Zuwachs von Druckkraft in der Systole zu dem bereits in den Arterien vorhandenen Druck sich vermindert, und zweitens weil das Strombett des Blutes sich in höherem Masse erweitert, als die Druckkraft, welche nothwendig ist, um in dem erweiterten Strombett den ursprünglichen Blutdruck aufrecht zu erhalten, anwächst. Und zwar tritt, wie ich für wahrscheinlich halte, die Gefässerweiterung nicht blos mechanisch durch die vermehrte Blutmenge, sondern auch activ durch Innervation der Vasomotoren ein. Während aber durch diesen Vorgang der Blutdruck sinkt, bleibt dennoch das Product von Blutdruck und Blutfülle wegen der abnormen Vermehrung der letzteren grösser als zuvor, d. h. also der Gesammtdruck im Aortensystem und demgemäss auch die Gefässspannung sind erhöht. Die gleichzeitige Druckerhöhung in den Venen wirkt hier gleichfalls durch die Vermehrung der peripherischen Widerstände mit, um die Spannung in den Arterien zu erhöhen — trotzdem in den letzteren der Blutdruck κατ' ἐξοχήν wegen des sehr erweiterten Blutbetts des gesammten grossen Kreislaufs sinkt.

   Erreicht aber die Steigerung der Compression in den Lungen eine gewisse Höhe, so kann die Verminderung der aus dem linken Herzen mit jeder Systole — abgesehen von den ersten Systolen — ausströmenden Blutmenge und das hierdurch sowohl wie durch die abnorme Erweiterung des Strombettes herbeigeführte Absinken des Blut-

drucks so erheblich werden, dass auch das Product von Blutdruck und Blutfülle, d. h. der Gesammtdruck im Aortensystem und mit ihm die Arterienspannung gleichfalls absinkt. Dann ist jener Grad erreicht, der bei der lege artis ausgeführten pneumatischen Therapie niemals in Betracht kommt, der aber künstlich, besonders an Thieren, wohl erzeugt werden kann.

Die eben entwickelten Betrachtungen beziehen sich sowohl auf die Einathmung comprimirter Luft als auch auf die Ausathmung in dieselbe. Nur ist, wie wir gesehen, die Wirkung der letzteren weit intensiver, als die der ersteren.

2. Die verdünnte Luft wirkt der comprimirten vollkommen entgegengesetzt, und zwar hat die Einathmung verdünnter Luft einen viel hochgradigeren Effect auf Blutdruck und Gefässspannung, als die Ausathmung in verdünnte Luft, wie bereits ausführlich erörtert.

Bei der Anwendung der verdünnten Luft wird, wie wir sahen, der grosse Kreislauf von Blut entlastet und die Spannung in den Arterien herabgesetzt. Bei den ersten Systolen wird aus den früher entwickelten Gründen eine geringere Blutmenge mit geringerer Kraft in die Arterien geschickt; daraus resultirt die initiale Herabsetzung des Blutdrucks (Lambert und Zuntz). Aber schon nach den ersten Systolen enthält das Herz wegen der vermehrten Blutaspiration aus den Venen eine grössere Menge Blut als zuvor; bei jeder Systole wirft nun das Herz, welches, wenn es gesund ist und trotz der Erschwerung seiner Arbeit dennoch kräftig genug zu agiren vermag, eine gegen die Norm vermehrte Blutmenge in die Aorta, der Druckzuwachs bei jeder Systole wird deshalb erhöht. Ausserdem haben sich entsprechend der anfänglichen Blutverminderung in den Arterien und dem andauernden schnellen Abfluss aus den Venen, so wie vielleicht nicht allein mechanisch, sondern gleichzeitig auch durch vasomotorischen Einfluss vom Centralnervensystem aus, die Arterien verengt. Aus dieser Verengerung des Strombetts zugleich mit der vermehrten Blutfülle des Herzens resultirt eine Steigerung des Blutdrucks. Trotz dieser Steigerung aber bleibt der Gesammtdruck im Aortensystem und dem ent-

sprechend die Gefässspannung vermindert, weil die Steigerung des Blutdrucks nicht gleichen Schritt gehalten hat mit der Verminderung der Blutfülle im grossen Kreislauf, oder mit anderen Worten, weil das Product von Blutdruck und Blutfülle immer noch kleiner ist als in der Norm.

3. Tiefe Inspirationen und der Müller'sche Versuch wirken analog der Einathmung verdünnter Luft, und zwar erstere in geringerem, letzterer in hohem Grade. Desgleichen haben forcirte oder lang ausgezogene Exspiration einen gleichen Effect auf den Blutdruck wie die comprimirte Luft. Besonders eingreifend in dieser letzteren Beziehung wirkt der Valsalva'sche Versuch.

Mit diesen Ausführungen ist, so hoffe ich, die vollste Harmonie zwischen den Ergebnissen der verschiedensten Untersuchungsmethoden hergestellt und jeder Zwiespalt beseitigt.

Während diejenigen Autoren, welche eigene Untersuchungen über die Wirkung der comprimirten und verdünnten Luft auf den Kreislauf anstellten — es sind dieselben Autoren, deren Namen ich oben nannte — sich streng in den Grenzen der Betrachtung und Deutung der von ihnen gefundenen Thatsachen hielten und keinerlei Schlussfolgerungen daraus zogen, welche geeignet wären, die therapeutische Bedeutung der pneumatischen Methode abzuschwächen, im Gegentheil diejenigen, welche sich auch practisch mit dem Gegenstand beschäftigten, den hohen therapeutischen Werth der pneumatischen Behandlungsweise bei Circulationskrankheiten direct anerkannten und neue Beiträge zu deren Würdigung lieferten — ich nenne besonders Lambert —, so haben ganz im Gegensatz zu diesen wirklich wissenschaftlich arbeitenden und den Gegenstand fördernden Autoren andere, denen es nur darum zu thun war, die von mir gelehrte neue Behandlungsmethode zu Gunsten der von ihnen vertretenen pneumatischen Cabinette herabzusetzen, den scheinbaren Gegensatz, in welchem die Thierexperimente nach ihrer Meinung zu meinen Anschauungen standen, dazu benutzt, um die therapeutische Wirkung der comprimirten und verdünnten Luft auf das Herz überhaupt zu leugnen. Ich will auf diese Angriffe schweigen: in den Augen jedes kundigen richten sie sich selbst! Nur so viel muss ich hervorheben: selbst wenn ein Gegensatz zwischen mir und anderen Autoren über die Wirkung der pneumatischen Behandlung auf den Blutdruck in Wirklichkeit bestände, der nicht auszugleichen wäre, selbst wenn in eigenthümlicher Verkennung der aus einem Thierexperiment gegenüber directen Versuchen an Menschen zu ziehenden Schlussfolgerungen die Entscheidung zu Gunsten des ersteren ausfiele, selbst dann noch blieben alle meine übrigen Schlussfolgerungen, welche sich auf die physiologischen Wirkungen der comprimirten und verdünnten Luft beziehen, unangefochten bestehen, und diese allein würden — gleichgültig ob die Blutdruckfrage so oder anders entschieden würde — ausreichen, um die hohe

Bedeutung der pneumatischen Methode für die Behandlung der Circulationskrankheiten vollständig ausser Frage zu stellen.

Aber ich wiederhole, es besteht überhaupt kein Gegensatz.

Stethographische Beobachtungen.

Im Anschluss an die sphygmographischen Untersuchungen erwähne ich zugleich die von Haenisch ausgeführten vorzüglichen stethographischen Beobachtungen.

Haenisch bediente sich der stethographischen Methode (nach Riegel), um die Wirkung der Ausathmung in verdünnte Luft beim Emphysem zu studiren und graphisch darzustellen.

Die von ihm publicirten Curven beweisen auf das eclatanteste, wie die anfänglich abnorme Respirationscurve schon nach der ersten Anwendung der pneumatischen Heilmethode eine verbesserte Gestalt annimmt, wie dieselbe sodann im Verlaufe weniger Wochen allmälig ihre Form der normalen nähert und schliesslich kaum noch von der Respirationscurve eines gesunden Menschen zu unterscheiden ist.

Hand in Hand mit der Verbesserung der stethographischen Curve ging auch die Besserung und Heilung aller subjectiven Krankheitserscheinungen und der durch die übrigen diagnostischen Methoden (Percussion, Auscultation, Pneumatometrie) gewonnenen objectiven Symptome..

Die Stethographie bot demnach ein neues wichtiges Hülfsmittel, um die Wirksamkeit der pneumatischen Heilmethode zu beweisen.

Ich selbst habe bis jetzt keine stethographischen Untersuchungen angestellt.

Indicationen für die pneumatische Heilmethode.

Die Indicationen für die verschiedenen pneumatischen Behandlungsmethoden ergeben sich aus den mechanischen Wirkungen derselben. Sie sind demnach zweckmässig einzutheilen in

1. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf die Respiration,

2. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf das Herz und die Blutcirculation herleiten lassen [1]).

Wir sahen, dass die comprimirte sowohl wie die verdünnte Luft bei der Inspiration nicht minder als bei der Exspiration höchst bedeutungsvolle, in den Mechanismus der Respiration und Circulation tief einschneidende Wirkungen entfaltet, welche fast mit der Sicherheit physicalischer Gesetze auftreten und in dieser Eigenthümlichkeit mit gleich exacter Sicherheit von anderen Heilmitteln bisher noch nicht beobachtet worden sind. Wir haben hiermit eine vollkommen neue Heilmethode gewonnen, welche die Respirations- und Circulationskrankheiten einer rein mechanischen Behandlung zugänglich macht. Diese neue Heilmethode besteht aus verschiedenen Medicationen, von denen jede eigenartig ist und demgemäss jede ihren besonderen Indicationen entspricht.

Wir werden sehen, dass diese Indicationen für die verschiedenen pneumatischen Behandlungsmethoden sich auf das präciseste feststellen lassen, und dass sie theilweise vollkommen neu sind, in dem Sinne, dass sie bislang niemals haben gestellt werden können, weil es unmöglich war, sie zu erfüllen. Die neue Heilmethode gestattet thatsächlich, in exactester Weise Indicationen zu genügen, deren Erfüllung bisher gänzlich ausserhalb des ärztlichen Könnens gelegen hat.

Dazu kommt noch die Möglichkeit der genausten Dosirung des anzuwendenden mechanischen Heilmittels, einer Dosirung, welche sowohl der Krankheit als dem Individuum anzupassen ist.

Endlich ist noch erwähnenswerth, dass eine präcise Formulirung der Indicationen sehr wesentlich erleichtert ist durch die physicalischen Hülfsmittel, welche wir für die allgemeine und namentlich für die individuelle Diagnostik gewonnen haben. Mit richtiger Benutzung derselben wird auch eine strengere Individualisirung der Indicationen für die verschiedenen mechanischen Behandlungsmethoden ermöglicht.

In der That ist eine genaue Individualisirung bei der Anwendung der pneumatischen Heilmethode dringend nothwendig. Es sind im hohen Grade heroische Heilmittel, welche uns durch

---

1) Drittens kommen noch Indicationen, die mit der Wirkung auf das Gehörorgan in Zusammenhang stehen. Auf diese einzugehen verzichte ich.

dieselbe geboten werden, und eben so bedeutend wie der therapeutische Erfolg bei richtiger Benutzung, eben so schädlich kann eine falsche oder übertriebene Anwendung derselben werden. Man hüte sich vor der Schablone! Dies kann ich nicht dringend genug empfehlen. Man richte die Behandlung ein nicht allein nach der allgemeinen Diagnose, sondern ganz besonders auch nach der Individualität des Falles!

Aus demselben Grunde möchte ich davor warnen, Laien den pneumatischen Apparat selbständig in die Hand zu geben. Wo der Arzt durch die Bettlägerigkeit oder das Zimmerhüten des Kranken oder aus anderen Gründen genöthigt ist, dem Patienten das Anschaffen des Apparats anzurathen, da behalte er sich die strengste Controle über die Anwendung desselben vor. Er verbiete strengstens jedes Experimentiren, jedes Hinausgehen über seine Vorschrift. Aehnlich als ob er irgend eine heroische Mixtur verschrieben hätte, von der er präcis angiebt, wie viel und wie oft davon genommen werden soll, verhalte er sich auch mit dem pneumatischen Apparat; er gebe die genausten Vorschriften über Art der Anwendung, Dosirung, Häufigkeit des Gebrauchs etc. So oft es ihm möglich und der Individualität des Kranken entsprechend überhaupt nothwendig ist, überwache er selbst den jedesmaligen Gebrauch, oder lasse dies durch zuverlässige Personen besorgen.

Ich musste all dies hervorheben, weil die Laien gar zu sehr geneigt sind, die pneumatische Heilmethode in Bezug auf die Möglichkeit, dass sie bei falscher Anwendung auch schaden könnte, allzu sehr zu unterschätzen. Es kommt kein sichtbarer Arzneistoff dabei in Frage, dessen Wirkung, als ihnen unbekannt, sie scheuen. Es ist nur Luft, die ein- oder ausgepumpt wird, und diese kann, so meinen sie, auch wenn nicht regelrecht benutzt, nicht sonderlich schaden. Sie sind deshalb zum Experimentiren hiermit geneigt, während sie beispielsweise mit verschriebenen Opium- oder Digitalispulvern sich zu derartigen Versuchen nicht herbeilassen. Auf all dies achte man, will man Erfolge erzielen!

Gehen wir nunmehr die einzelnen pneumatischen Methoden der Reihe nach durch:

1. Exspiration in verdünnte Luft.

A. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf die Lungen und die Respiration ergeben.

Ein jeder, der die mechanischen Wirkungen der Exspiration in verdünnte Luft, wie ich sie oben ausführlich beschrieben habe, studirt, muss zu dem Schlusse kommen, dass dieselben das vollständigste Gegenmittel darbieten gegen eine Krankheit, welche bisher für unheilbar galt, das Emphysem.

1. Emphysem. Beim Emphysem sind die Lungen über ihr natürliches Volumen ausgedehnt und haben die Kraft verloren sich zu retrahiren, die Vitalcapacität der Lungen ist wegen der mangelnden Retractionsfähigkeit und deshalb vergrösserten Residualluftraums gesunken, die Exspirationskraft ist insufficient, der Gasaustausch in den Lungen gestört, Dyspnoë vorhanden oder bei geringstem Anlass drohend. Diesen Krankheitssymptomen gegenüber bewirkt die Exspiration in verdünnte Luft: Verkleinerung des Volumens der Lungen und Erhöhung ihrer Retractionskraft, Vermehrung der vitalen Lungencapacität durch Verminderung der Residualluft, Hebung der Exspirationskraft, Beförderung der Lungenventilation und hiermit Beseitigung und Verhinderung der Dyspnoë.

Ich glaube nicht, dass es in unserem Arzneischatz noch irgend ein anderes Heilmittel giebt, welches allen Symptomen einer Krankheit auch nur in annähernder Weise so total entgegenwirkt, wie die Exspiration in verdünnte Luft dem Emphysem. Ich darf mit dem vollkommensten Rechte behaupten: die Exspiration in verdünnte Luft ist das specifische mechanische Antidot des Emphysems.

Mit der Einfügung des Begriffs „mechanisch“ habe ich aber auch zugleich die Grenze der Wirksamkeit bezeichnet: So weit das Emphysem noch in mechanischen Störungen besteht, d. h. so weit es sich um Lungenectasie und verminderte Retractionskraft handelt, so weit bietet die Exspiration in verdünnte Luft ein vollständiges Remedium. Gegen die organischen Gewebsveränderungen dagegen, die bereits eingetreten sind, ist naturgemäss die mechanische Behandlungsmethode, gleich jeder anderen, ohnmächtig.

Im speciellen therapeutischen Theile dieser Arbeit werde ich zeigen, dass die eben ausgesprochenen Grundsätze in der Erfahrung

ihre vollkommenste Bestätigung finden. Das Emphysem, eine bisher gänzlich unheilbare Krankheit, ist thatsächlich in der grössten Zahl der Fälle, welche ich behandelte, theils vollkommen geheilt, theils radical gebessert worden. Sämmtliche Untersuchungsmethoden: Percussion, Auscultation, Inspection, Pneumatometrie, Spirometrie, eben so wie das subjective Befinden des Kranken zeigten in harmonischer Uebereinstimmung die Heilung oder Besserung an. Dagegen fehlte es aber auch nicht an Fällen — dieselben gehören aber zu den seltenern —, in denen wenig oder nichts erzielt wurde, weil bereits hochgradige Gewebsstörungen mit Sicherheit oder doch mit höchster Wahrscheinlichkeit angenommen werden mussten.

2. Bronchitis. Wir sahen (vergl. p. 89), dass bei Bronchitis, auch wenn durch die übrigen Untersuchungsmethoden ein Emphysem noch nicht nachweisbar ist, doch gewöhnlich bereits eine insufficiente Exspiration besteht. Dass sich aus einer heftigen acuten Bronchitis oder einer langdauernden chronischen endlich ein wirkliches Emphysem entwickelt, ist hinlänglich bekannt. Diese Thatsache veranlasste mich in einzelnen Fällen verschleppter Bronchitis, sobald das Pneumatometer exspiratorische Insufficienz anzeigte, auch wenn sonst keine Zeichen von Emphysem vorlagen, die Exspiration in verdünnte Luft — neben der Inspiration comprimirter — zu versuchen.

Der Erfolg schien bei einigen Kranken die angewandte Therapie zu rechtfertigen. Andere Kranke dagegen vertrugen die Exspiration in verdünnte Luft nicht gut, indem sie durch dieselbe zu vermehrtem Husten veranlasst wurden.

Dies führt mich zu einer Wirkung dieser Methode, die ich noch keine Gelegenheit hatte zu erwähnen. Die Exspiration in verdünnte Luft wirkt nämlich gar nicht selten als kräftiges Expectorans. Auch diesen Effect halte ich für einen rein mechanischen. Mit dem Ansaugen der Luft aus den Alveolen passirt ein kräftigerer Luftstrom die kleinen und grossen Bronchien; durch denselben wird der Schleim mechanisch gelockert, die Schleimhaut gleichsam davon rein gefegt und der Auswurf des gelockerten Schleims erleichtert.

Die Folge der vermehrten Schleimablösung ist zunächst grösserer Hustenreiz, den ich ganz gewöhnlich während der Exspiration in verdünnte Luft beobachtete. Einige Collegen, die ich zu behandeln Gelegenheit hatte, oder die an meinem Apparate expe-

rimentirten, berichteten mir ungefragt, dass sie deutlich ein Ablösen von Schleim an gewissen Stellen der Bronchien während der Exspiration fühlten, den sie dann unmittelbar nachher auswarfen. Dieser Husten während des Gebrauchs der verdünnten Luft zur Exspiration, welcher oft noch kurze Zeit (etwa bis zu $^1/_2$—1 Stunde) nachher andauert, ist für viele Patienten eine Annehmlichkeit, indem sie durch denselben den Schleim viel leichter expectoriren, als sie sonst selbst durch heftigeren Husten zu entleeren im Stande sind. Bei andern sehr empfindlichen Patienten dagegen, zumal wenn sie dyspnoëtisch sind, wird der Hustenreiz so gross, dass sie die Exspiration in verdünnte Luft nicht fortzusetzen vermögen. In solchen Fällen stehe man von derselben entweder ganz ab oder reducire sie in ihrem Grade und ihrer Dauer, oder lasse lange zwischen den einzelnen Athemzügen pausiren.

Dies ist auch mit ein Grund, weshalb Kranke mit Bronchialcatarrhen und Emphysem im Stadium starker Dyspnoë die Exspiration in verdünnte Luft schwer oder gar nicht auszuführen vermögen, während ihnen die Einathmung comprimirter Luft wohl gelingt und einen wohlthuenden Einfluss ausübt.

B. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf das Herz und die Circulation ergeben.

Ich habe gezeigt, dass die Wirkungen der verdünnten Luft auf die Circulation in prägnanter Weise nur bei hohen Graden der Luftverdünnung für die Exspiration auftreten, dass dagegen für die Inspiration schon sehr geringe Grade zur Erzielung höherer Effecte genügen. Ich halte es deshalb grösstentheils für angepasst, in denjenigen Fällen, in welchen der mechanische Einfluss der verdünnten Luft auf das Herz und die Circulation therapeutisch verwerthet werden soll, nicht die Exspiration in verdünnte Luft — ausser wo gleichzeitig Emphysem vorhanden —, sondern vielmehr die Inspiration verdünnter Luft in Anwendung zu ziehen. Höhere Grade der Luftverdünnung für die Exspiration, wie sie zur Erzielung einer erheblichen Wirkung auf das Herz nothwendig wären, würden nämlich einen zu gewaltigen Effect auf die Lungen ausüben, als dass man sie demselben auszusetzen wagen dürfte.

Nur wo die Einathmung verdünnter Luft allzu anstrengend wirken würde, kann man zu dem milderen Mittel der Ausathmung in verdünnte Luft seine Zuflucht nehmen. Erwähnenswerth in

dieser Beziehung ist die Empfehlung Fenoglio's, welcher bei Insufficienz der Aortenklappen die Ausathmungen in verdünnte Luft mit sichtlichem Erfolge anwendete.

Fenoglio geht von der richtigen Voraussetzung aus, dass in denjenigen Fällen von Insufficienz der Aortenklappen, in welchen es sich nicht um eine Compensationsstörung handelt, sondern im Gegentheil der Klappenfehler durch Hypertrophie des linken Ventrikels gut compensirt ist, es gerade diese Hypertrophie und die durch sie bewirkte zu starke Herzaction ist, welche die Beschwerden der Kranken verursacht. Diese excessive Herzaction abzuschwächen machte Fenoglio zur Aufgabe seiner Therapie und wandte demgemäss die verdünnte Luft an. Da er dieselbe aber bei der Inspiration zu sehr anstrengend und deshalb wenig heilsam fand, wandte er sich zu den Exspirationen in verdünnte Luft, welche seinen Erwartungen durchaus entsprachen. Sowohl die subjectiven Krankheitserscheinungen besserten sich: das Herzklopfen, das fühlbare Pulsiren der Arterien nahm ab, die Empfindung von Angst und Zusammenschnüren des Thorax wich; so wie ganz besonders auch die objectiven Symptome erfuhren eine erhebliche Besserung, wie die vor und nach der pneumatischen Behandlung sphygmographisch gewonnenen Pulsbilder demonstrirten.

Ich bin Fenoglio's Beispiel in einem Falle von gut compensirter Insufficienz der Aortenklappen, bei welchem die Erscheinungen der hochgradigen Hypertrophie in den Vordergrund traten und allein die subjectiven Beschwerden bedingten, gefolgt, und konnte, Fenoglio's Beobachtung bestätigend, mit dem Erfolg im ganzen zufrieden sein.

2. Inspiration comprimirter Luft.

A. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf die Lungen und die Respiration herleiten.

Die comprimirte Luft dehnt, wie wir sahen, die Lungen und den Thorax aus, derart, dass die mittlere Respirationsstellung der Lungen nach aussen rückt und dazu noch der Raum für die Complementärluft erweitert wird, sie erhöht auf diese Weise die vitale Lungencapacität, steigert sehr beträchtlich die Inspirationskraft und in geringerem Grade auch die Exspirationskraft, endlich vermehrt

sie den Gasaustausch in den Lungen und wirkt einer vorhandenen oder drohenden Dyspnoë entgegen.

Diese Wirkungen der comprimirten Luft liefern Indicationen für zahlreiche Erkrankungen. Dieselben lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

> Die Inspiration comprimirter Luft ist bei allen denjenigen Erkrankungen indicirt, bei welchen die Lungen, sei es durch Compression von aussen, sei es durch Gewebsstörungen im Innern, sei es durch mangelhafte Ausbildung oder Deformitäten des Thorax, ihr normales Volumen eingebüsst haben; sodann in allen Zuständen von Dyspnoë, mag dieselbe durch Erkrankungen der Lunge oder des Circulationsapparats, mag sie durch verminderten Zufluss von Luft zu den Lungen wegen Stenosirung der ersten Wege, endlich durch nervöse Störungen oder selbst durch Veränderungen der Blutmischung (Intoxications-Asphyxie) bedingt sein.

Von der Natur der vorhandenen Erkrankung wird es hierbei selbstverständlich abhängen, ob der durch die comprimirte Luft zu erzielende Nutzen nur symptomatisch und palliativ, oder ob er radical und nachhaltig sein kann.

Gehen wir nunmehr die wichtigsten hier in Betracht kommenden Krankheiten der Reihe nach durch.

1. Pleuritis und Empyem. Die pneumatische Methode kommt nur in Frage, so bald der acute Process abgelaufen ist, und gewisse Residuen zurückgeblieben sind.

Am wichtigsten und hülfreichsten ist die Anwendung der comprimirten Luft bei pleuritischen Schwarten und dadurch bedingten Einziehungen des Thorax mit Compression der Lungen. Hier ist die Wirkung der comprimirten Luft, wie ich mich in einer Anzahl von Fällen überzeugte, nicht nur eine radicale, sondern die Heilung geht meist auch überraschend schnell von statten. Oft schon innerhalb weniger Wochen zeigte die Inspection, Percussion, Auscultation eben so wie die Pneumatometrie, Spirometrie und sogar die Brustmessung ein total verändertes Bild, so dass meist jede Spur der Erkrankung verschwunden war.

Solche Fälle bieten, gleich dem Emphysem, der pneumatischen Behandlungsmethode die glänzendsten Heilobjecte dar.

Die schnelle radicale Heilung ist leicht aus der mechanischen

Wirkung der comprimirten Luft zu erklären. Indem diese auf die Lungen und den Thorax von innen heraus einen Druck ausübt, erweitert sie die collabirten Lungenpartien, macht dieselben wieder mehr lufthaltig, drückt die eingesunkene deforme Brustwand gleichsam nach aussen. Die pleuritischen Schwarten scheinen biegsam genug zu sein, um, wie die Erfahrung lehrt, diesem Drucke nachzugeben. Höchst wahrscheinlich wird unter demselben gleichzeitig ihre Resorption begünstigt; denn die Percussion vermag meist am Ende der pneumatischen Behandlung kaum noch eine Spur von Dämpfung nachzuweisen.

Schon bei weitem bescheidener ist die Wirkung der comprimirten Luft beim Empyem. Hier ist dieselbe anwendbar, wenn der in der Pleurahöhle eingeschlossene Eiter einen Weg nach aussen frei hat, also entweder bei spontan entstandener Thoraxfistel oder nach ausgeführter Thoracocentese.

Hier wird gleichfalls die comprimirte Lunge durch den Druck der verdichteten Luft von innen heraus entfaltet und der Ausfluss des Eiters aus der Fistelöffnung beschleunigt. Gegen den activen, die Eiterung erzeugenden Process vermag dagegen die comprimirte Luft wohl nur wenig auszurichten. Möglicherweise hemmt sie indess die Secretion und die Eiterung, indem sie auf die Pleura und ihre Gefässe von innen heraus einen Druck ausübt und die beiden Blätter des Brustfells an einander presst. Dies ist jedoch noch Hypothese. Weitere Erfahrungen müssen lehren, ob sie begründet ist.

Ich habe bisher nur wenige derartige Fälle von Empyem behandelt: der Erfolg war in allen ein nachhaltig günstiger, wenigstens was die Entleerung des Eiters, die Entfaltung der Lungen und die dadurch erzielte Verbesserung der Dyspnoë betrifft; auch die Secretion schien vermindert zu werden. Eine radicale Beseitigung derselben habe ich jedoch in meinen Fällen bisher nicht erreicht.

Einen ganz vorzüglichen Erfolg bei Empyem erzielte Kelemen allein durch Anwendung der comprimirten Luft ohne vorhergehende Punction, nachdem die eiterige Natur des Exsudats durch die Probepunction festgestellt war. Kelemen beobachtete hierbei eine ausserordentliche Vermehrung der Diurese — eine Folge der Drucksteigerung im Aortensystem — und hierauf beruhte sicherlich ein grosser Theil der Wirkung. Ich werde im speciellen Theil noch einmal auf den Fall von Kelemen zurückkommen.

2. An die Compression der Lungen durch Pleuritis schliessen sich die verschiedenen Formen der Lungen-Atelectase an. Dass die comprimirte Luft hier von unmittelbarem Nutzen sein muss, lässt sich erwarten. Ich hatte indess keine Gelegenheit practische Erfahrungen in dieser Beziehung zu sammeln.

3. Lungenschwindsucht und Anlage zu derselben.

Bei der Anlage zur Schwindsucht, dem sogenannten phthisischen Habitus, beobachten wir einen paralytischen Thoraxbau. Der Brustkasten ist in allen seinen Dimensionen, namentlich in seinen oberen Partien, weniger geräumig als bei gut constituirten Individuen. Neben der mangelnden Geräumigkeit ist auch der Thorax weniger beweglich, er macht bei tiefen Inspirationen nicht eine gleich ergiebige Excursion wie ein gut gebauter Brustkorb. Dem entsprechend ist auch die vitale Lungencapacität oft herabgesetzt und nicht minder die pneumatometrische Inspirationskraft. Grössere Anstrengungen vermag ein so constituirtes Individuum nicht zu ertragen, es kommt dabei leicht zur Dyspnoë.

Allen diesen Momenten wirkt die Inspiration comprimirter Luft unmittelbar entgegen, und sie scheint mir deshalb dringend indicirt. Ich möchte rathen, Individuen mit hereditärer Anlage zur Phthisis, oder auch sonstige jugendliche Individuen mit schwach gebauter Brust von Zeit zu Zeit methodisch mit comprimirter Luft (und wie wir sehen werden, gleichzeitig mit Inspirationen verdünnter Luft) zu behandeln, etwa 2—3 mal jährlich je 2—4 Wochen lang. Ich habe mehrere junge Leute mit hereditär oder acquirirt phthisischem Habitus dieser Therapie unterworfen. Freilich bin ich weit entfernt zu behaupten, diese prophylactische Behandlung hätte in der That den Ausbruch der Phthisis bei ihnen verhütet, da kein Grund zu der Annahme vorliegt, dass sie ohne dieselbe innerhalb der betreffenden Zeit wirklich phthisisch geworden wären. Ueberhaupt wird sich niemals für einzelne Fälle der Beweis führen lassen, dass eine prophylactische Therapie wirklich Nutzen geschafft hat. Hier können nur an sehr zahlreichen Individuen angestellte Beobachtungen, die sich auf eine lange Zeitreihe beziehen, einigermassen entscheiden. Ehe ein so grosses statistisches Material für unsere Therapie vorliegen kann, müssten Jahrzehnte vergehen, und zwar Jahrzehnte, in welchen sich dieselbe einer ganz besonderen Gunst erfreut.

In dieser Beziehung ist demnach die prophylactische Therapie

bei phthisischem Habitus, was den Enderfolg betrifft, nämlich die Verhütung der Phthisis, für eine exacte Beweisführung wenig dankbar. Dennoch war in allen Fällen ein so entschiedener Nutzen nachweisbar, dass dieser schon der Mühe verlohnt. Ausnahmslos fand ich die vitale Capacität allmälig steigen, und zwar so weit, dass sie nicht nur der Norm entsprach, sondern oft sogar die höchsten Grade derselben erreichte; das gleiche wurde mit der pneumatometrischen Inspirations- und Exspirationskraft beobachtet; die Brustmessung ergab entweder bereits eine Zunahme des oberen Brustumfangs, oder wo dies nicht der Fall war, doch stets eine Zunahme der Brustbeweglichkeit, besonders an den oberen Theilen des Thorax; auch die Inspection zeigte meist eine Verbesserung des Brustbaus und der Brustbeweglichkeit, auch eine Stärkung der Thoraxmusculatur. Dabei wurde das subjective Wohlbefinden und das Kraftgefühl merklich gesteigert, das Aussehen wurde verbessert, die Hautblässe trat zurück; der Appetit, wo er gesunken war, hob sich; auch bei Anstrengungen und Treppensteigen wurde keine Dyspnoë mehr verspürt; Bruststiche, wo sie bestanden hatten, verschwanden ganz.

Dies sind Resultate, die zu erzielen, sicherlich nicht gleichgültig ist. Aehnlichen Nutzen gewährt nur noch ein mehrmonatlicher Aufenthalt im Hochgebirge.

Bei schon ausgebrochener Lungenschwindsucht liegen die Verhältnisse anders. Hier sind zwar auch Lungen und Thorax weniger geräumig als normal. Es sind aber noch schwere organische Veränderungen im Lungenparenchym vorhanden, und die Volumenreduction der Lungen ist zum grossen Theil durch Verdichtungen des Lungengewebes bedingt. Hier kann der Nutzen der comprimirten Luft nur ein beschränkter sein. Dieselbe kann symptomatisch die Dyspnoë bekämpfen, die vitale Capacität und die Athmungskraft heben, das noch gesunde Gewebe leistungsfähiger machen und dadurch vielleicht den Fortschritt der Krankheit hemmen. Möglicherweise kann noch, vermöge der Wirkung auf die Circulation, die Blutfülle im kranken Gewebe vermindert und dadurch dem Entzündungsprocess entgegengearbeitet werden. Hier sind wir jedoch auf dem Boden der Hypothese, den ich nicht weiter verfolgen will.

So viel geht aus meinen zahlreichen Beobachtungen als sicher hervor, dass wir bei Phthisis in der That sehr häufig einen mehr

oder weniger nachhaltigen Erfolg durch die pneumatische Methode erzielen, dass dieser Erfolg zuweilen erheblich, in der grössten Zahl der Fälle aber nur ein symptomatischer oder palliativer ist. Des näheren verweise ich auf den therapeutischen Theil.

4. Bronchitis. Beim acuten oder chronischen Catarrh der kleinsten Bronchien sind dieselben ganz gewöhnlich in ihrem Lumen verengt, und deshalb ist der Zufluss von Luft zu den Lungenalveolen behindert. Diese Behinderung kann — zumal bei gleichzeitig sich ausbildendem Emphysem — so hochgradig werden, dass starke Dyspnoë und selbst Cyanose die Folge ist.

Die Inspiration comprimirter Luft wirkt diesem Hinderniss entgegen, indem sie unter einem gewissen Ueberdruck Luft durch die verengte Passage in die Lungenbläschen hineintreibt. Ausserdem wirkt sie höchst wahrscheinlich, wie Sommerbrodt mit Recht hervorhebt, durch ihren mechanischen Einfluss direct erweiternd auf die verengten Bronchen. Dazu kommt noch, wie wir sehen werden, der Einfluss der comprimirten Luft auf die Circulation, wodurch die Gefässe verengt und demgemäss antiphlogistisch gewirkt wird.

Die Praxis bestätigt thatsächlich diese theoretischen Erwägungen. Der Nutzen der comprimirten Luft bei heftiger Bronchitis ist oft überraschend gross, in den meisten Fällen mindestens günstig; jedoch auch gar nicht selten war er unbedeutend oder liess mich im Stich.

5. Asthma. Beim Asthma wirkt die comprimirte Luft in zwiefacher Weise nützlich:

Zunächst wirkt sie symptomatisch während des asthmatischen Anfalls selbst. Auch hier sind die kleinsten Bronchien verengt und zwar wohl grösstentheils durch spastische Contractionen der Bronchialmusculatur oder in anderen Fällen durch acute Schwellung der Schleimhaut der kleinsten Bronchien. Die comprimirte Luft wirkt mechanisch der Verengerung entgegen und treibt gewaltsam Luft in die Alveolen. Hiermit wird also dem Anfall selbst, während er besteht, direct entgegengearbeitet. Bei mehreren Patienten, die entweder im Anfall zu mir kamen, oder die sich einen pneumatischen Apparat angeschafft hatten, gelang es auf diese Weise, den Anfall entweder auf Stunden oder gänzlich zu coupiren. Bei sehr schweren Anfällen sind die Kranken dagegen oft nicht im Stande, die comprimirte Luft regel-

recht zu gebrauchen, und müssen dann auf den Nutzen derselben verzichten.

Die zweite Wirkung der comprimirten Luft erstreckt sich auf die Anwendung derselben in der anfallsfreien Zeit zur Verhütung oder zum Hinausschieben oder zum Mildern der Anfälle.

Wir sehen, dass die Natur gleichsam in der Weise compensatorisch gegen das Asthma wirkt, dass sie den Brustraum durch den Zug der Inspirationsmuskeln erweitert und die mittlere Respirationsstellung hinausrücken macht. Hierbei wird aber Emphysem erzeugt, und die mangelnde Retraction der Lungen hebt den durch die Brusterweiterung gewonnenen Nutzen wieder auf. Die Inspiration comprimirter Luft vermag den gleichen Nutzen zu schaffen ohne den Nachtheil.

Durch die comprimirte Luft wird nämlich, wie wir sahen, der Thorax in der Weise erweitert, dass der Raum für die Complementärluft ausgedehnt wird. Auch die mittlere Inspirationsstellung rückt weiter nach aussen, aber die Retractionskraft der Lungen bei der Exspiration ist nicht beeinträchtigt. Hat nun die comprimirte Luft in den asthmafreien Intervallen eine Zeit lang auf die Lungen eingewirkt, und es tritt nunmehr ein asthmatischer Anfall wieder auf, so finden die Inspirationsmuskeln einen weiteren Spielraum vor, um auf die Lungen zu wirken, und es kommt nicht so bald zu demjenigen hohen Grade der Dyspnoë, bei welchem der Thorax in seiner äussersten Inspirationsstellung angelangt ist, und eine weitere Ausdehnung nicht mehr gestattet ist. Der Anfall wird demnach nicht so schnell zu seinem Maximum gelangen, die Dyspnoë wird geringer, der Anfall im ganzen milder sein. Besonders ist dies der Fall, wenn vorher dazu noch die Retractionskraft der Lungen gestärkt ist durch methodische Exspirationen in verdünnte Luft.

Die grössere Ausdehnung und erleichterte Retraction des Thorax scheint ausserdem auch die Anfälle hinauszuschieben oder zu verhüten. Wenigstens lehren dies meine Erfahrungen. Auf eine Erklärung dieser Thatsache verzichte ich.

6. Emphysem. In denjenigen Fällen von Emphysem, in denen nicht nur die Exspirations-, sondern bereits auch die Inspirationskraft gelitten hat, zumal wenn heftige chronische Bronchitis damit verbunden, ist neben der Exspiration in verdünnte Luft auch die Inspiration comprimirter Luft von Nutzen. Dieselbe hebt die

Inspirationskraft und steigert die Ausdehnbarkeit des Thorax. Kommt es zu dyspnoëtischen Anfällen, so wird die gesteigerte Inspirationskraft und die vermehrte Ausdehnungsfähigkeit des Thorax die Arbeit der Inspirationsmuskeln erleichtern und sie ergiebiger machen; es wird ein grösserer Spielraum in der Bewegung des Thorax nach aussen (und durch die Exspiration in verdünnte Luft auch nach innen) vorhanden sein und deshalb die Dyspnoë nicht so hochgradig werden können.

Die Inspiration comprimirter Luft wirkt demnach nur prophylactisch und symptomatisch, wogegen die Exspiration in verdünnte Luft gegen die Krankheit selbst radical ankämpft und das Emphysem reducirt oder beseitigt.

7. Stenosen der ersten Luftwege. Bei Stenose des Larynx oder der Trachea leiden die Kranken an Lufthunger: Es kann nicht Luft genug während des Actes der Inspiration die verengte Passage passiren, um die Lungen auszufüllen und um das Blut zu oxygeniren. Dadurch dass die eintretende Luft in einem quantitativen Missverhältniss steht zu der durch die Inspirationsmuskeln bewirkten Lungen- und Thoraxerweiterung, bildet sich eine erhebliche Luftverdünnung innerhalb der Lungen aus, was sich auch dadurch documentirt, das der äussere Luftdruck den unteren Theil des Thorax nach innen drückt und auf diese Weise die bekannte inspiratorische Thoraxeinziehung bedingt.

Diesem krankhaften Verhalten wirkt die comprimirte Luft auf das directeste entgegen. Indem die durch die enge Passage strömende Luft nunmehr verdichtet ist, so tritt ein in demselben Verhältniss vermehrtes Luftquantum während des gleichen Zeitraums in die Lungen ein. Ist die Luftcompression, dem individuellen Falle entsprechend, stark genug, so kann sie den durch die enge Passage gesetzten Verlust decken oder selbst übercompensiren. Hiermit schwindet nothwendig der Lufthunger, die Luftverdünnung in den Lungen und das inspiratorische Eingezogenwerden des Thorax; es ist wieder Luft genug vorhanden, um die Lungen und das Blut zu ventiliren.

Man hat, glaube ich, hierbei nicht zu befürchten, dass, wenn auch durch die Inspiration comprimirter Luft das Zuströmen von Luft in die Lungen erleichtert wird, dann noch für die Exspiration ein Hinderniss des Luftausstossens zurückbleibt. Meine Beobachtungen zeigten nämlich (vergl. p. 85), dass bei Stenose der ersten

Luftwege nur eine inspiratorische Insufficienz und keine exspiratorische besteht; für die Exspiration scheint also Kraft genug vorhanden zu sein, um das Hinderniss der verengten Passage zu überwinden.

Die Wirkung der comprimirten Luft bei Stenose ist freilich nur symptomatisch; aber sicherlich ist auch ein solches symptomatisches Mittel nicht zu verachten, um so weniger, als wir kein anderes, auch nur annähernd ihr gleichkommendes — nur die pneumatischen Cabinette und die Tracheotomie ausgenommen — besitzen.

Ob die comprimirte Luft auch durch mechanischen Druck auf die vorhandene Gewebsstörung günstig einzuwirken vermag, lasse ich dahin gestellt. Es scheint mir Vortheil genug, wenn wir durch die Anwendung der comprimirten Luft so lange Zeit gewinnen, bis wir durch Dilatation oder andere entsprechende Behandlung der Affection radical entgegenwirken können.

Ich habe bisher in mehreren chronischen Fällen, theils von syphilitischer Trachealstenose, theils von syphilitischer Laryngealstenose, theils von Lähmung der Glottis-Erweiterer ausserordentlich günstige Erfolge erzielt. Der augenblickliche symptomatische Erfolg war in allen Fällen überraschend: Lufthunger und Dyspnoë waren meist im Moment beseitigt und blieben es kürzere oder längere Zeit, bis zu mehreren Stunden nachher. Die Tracheotomie wurde auf diese Weise erspart, und ich gewann auch ohne sie Zeit, durch dilatirende Catheter, allgemeine und locale medicamentöse Behandlung oder durch Anwendung des elektrischen Stroms (bei inspiratorischer Glottisparalyse) das Grundleiden zu bessern.

Auch Schreiber[1]) behandelte auf Naunyn's Klinik einen Fall von Lähmung der Glottis-Erweiterer mit sehr günstigem Erfolge mittelst Einathmungen comprimirter Luft, und zwar war der Erfolg hier nicht blos ein sym-

1) Julius Schreiber: Ueber die Lähmung der Crico-arytenoidei postici. Deutsche med. Wochenschr. 50. 51. 1878. — Durch ein Versehen ist diese Arbeit in dem Literaturverzeichniss auf p. 171 nicht erwähnt. In der anderen daselbst aufgeführten Arbeit desselben Verfassers muss es anstatt Bd. XI. Bd. X heissen. Die jüngste Arbeit Schreiber's, ein im Verein für wissenschaftliche Heilkunde in Königsberg gehaltener Vortrag (Berl. klin. Wochenschr. No. 5. 1880), ist erst ganz vor kurzem, als das Inhaltsverzeichniss und die folgenden Bogen dieses Werkes bereits gedruckt waren, erschienen, so dass ich sie nicht mehr berücksichtigen konnte.

ptomatischer, sondern ein curativer, indem Pat. durch die methodischen Inspirationen comprimirter Luft ihre perverse Athmung in eine normal allmälig umzugestalten lernte [1]).

8. Croup des Larynx und der Trachea. Die comprimirte Luft muss dem Croup gegenüber genau eben so wirken wie bei jeder anderen Stenose der ersten Luftwege, und ich glaube, aus diesem Grunde hat man die Pflicht, einen Versuch damit zu machen. Die mangelnden Erfolge, welche Hauke bei seinen Versuchen erhielt, dürfen nicht entmuthigen, das Verfahren weiter zu prüfen.

Freilich wird sich nur dann ein Erfolg hoffen lassen, wenn die Gefahr einzig und allein von der Stenose der ersten Luftwege herrührt, so namentlich bei dem echten Larynxcroup, der Laryngitis membranacea. Dagegen wird sich kaum viel erwarten lassen bei der Diphtherie, wenn dieselbe auf den Larynx hinabgeschritten ist. Hat sich Croup oder Diphtherie bis in die kleinen Bronchien verbreitet, oder sind gar bereits die Lungen afficirt, so wird überhaupt jeder Versuch überflüssig sein.

Ein Hinderniss, den pneumatischen Apparat anzuwenden, wird noch durch den Umstand gegeben, dass am häufigsten Kinder an Croup und Diphtherie erkranken. Sind dieselben noch nicht verständig genug, um nach Vorschrift inspiriren und exspiriren zu können, so muss man von jedem Versuch abstehen. Das Unternehmen Hauke's, durch eine selbstregulirende Vorrichtung (vergl. p. 175), diesem Uebelstand entgegenzuwirken, hat sich ja leider nicht bewährt.

Es sind demnach sehr viele Schwierigkeiten vorhanden, um gerade solche Fälle auszusuchen, die sich für die pneumatische Behandlung ganz besonders eignen. Leider fehlte mir bisher die Gelegenheit, derartige passende Fälle zu behandeln; in anderen Fällen dagegen, welche mir von vornherein keine Hoffnung des Erfolges darboten, stand ich lieber, um das Verfahren nicht in Misscredit zu bringen, von jedem Versuche ab.

Bei der Behandlung des echten und des diphtherischen Croups mittelst der pneumatischen Methode möchte ich ganz besonders den Versuch anempfehlen, anstatt reiner comprimirter Luft com-

1) Schreiber bestätigte auch bei Gelegenheit dieses Falles durch eine stethographische Curve meine Beobachtungen über den rein inspiratorischen Charakter der Dyspnoë bei Stenose des Larynx.

primirten Sauerstoff zu benutzen. Man fülle in der oben beschriebenen Weise (vergl. p. 217) den Apparat ganz oder, was sicherlich genügt, zur Hälfte oder zu einem Drittel mit Sauerstoffgas an, während der übrige Theil des Cylinders mit atmosphärischer Luft gefüllt wird, comprimire diese Gasmischung und lasse sie inspiriren.

9. Asphyxie durch Chloroform-, Kohlenoxyd- und andere ähnlich wirkende Vergiftungen, desgleichen beim Scheintod nach Ertrinken, Erhängen, Hineinfliessen von Blut in die Bronchien bei Operationen und dergleichen mehr. Hier lässt sich der pneumatische Apparat zur Einleitung der künstlichen Athmung verwerthen, und sicherlich wird er für diesen Zweck von keiner der sonst üblichen Vorrichtungen übertroffen. Natürlich wird er nur dort gebraucht werden können, wo er zur Hand ist, und deshalb möchte seine Aufstellung in chirurgischen Operationssälen, Rettungsanstalten, Kliniken dringend zu empfehlen sein.

Ich selbst besitze in dieser Beziehung keine Erfahrungen.

Einen interessanten Fall von Asphyxie, bewirkt durch Herabfliessen von Blut im Verlaufe der Tracheotomie, veröffentlichte Störk. Er hatte seinen Respirationsapparat zur Hand und benutzte denselben zunächst zum Auspumpen des Blutes aus den Bronchien, sodann zum Einblasen comprimirter Luft und zur Einleitung der künstlichen Athmung. Dem Verfahren „verdankt die Kranke thatsächlich ihr Leben“.

Einen Fall von Wiederbelebung eines durch Ertrinken scheintodt gewordenen Kindes mittels des Fränkel'schen pneumatischen Apparats beschrieb Geipel. Das Kind hatte mindestens 5 Minuten unter Wasser verweilt und war in vollster Asphyxie. Sein Körper war vollständig kalt; der Radialpuls nicht fühlbar. „Die sofort eingeleitete künstliche Respiration schien im Anfang einen Einfluss nicht zu haben; nach etwa 3 Minuten gewahrte man ein Zucken im Gesicht, und der Brustkorb hob sich etwas.“ Nun wurde der Fränkel'sche pneumatische Apparat schnell herbeigeschafft, mittelst desselben zunächst die Luft aus den Lungen herausgesogen und sodann comprimirte Luft eingeblasen. Nach der zweiten Wiederholung des Versuchs fing das Kind an deutlich zu athmen. „Der Erfolg war geradezu überraschend. Puls und Herzstoss wurden fühlbar, kurz das Kind war gerettet.“

B. Indicationen, die aus der Wirkung der comprimirten Luft auf das Herz und die Blutcirculation resultiren.

Meine Untersuchungen ergaben, dass die comprimirte Luft die Herzkraft und den Druck im Aortensystem steigert, den Blutzufluss zu den Körperarterien vermehrt, den Blutabfluss aus den Körper-

venen vermindert und dadurch die Blutvertheilung in der Weise ändert, dass die im Thorax eingeschlossenen Organe, in specie die einzelnen Abtheilungen des Herzens, die grossen Gefässstämme und die Lungen von Blut entlastet werden, und der grosse Kreislauf den Ueberschuss des Blutes erhält. Wir haben diese letztere Wirkung gleichsam mit einem intrathoracischen Aderlasse vergleichen können, wobei das dem kleinen Kreislauf entzogene Blut nicht dem Organismus verloren geht, sondern die Blutfülle des übrigen Körpers vermehrt.

Diese Wirkungen der comprimirten Luft sind so eigenartig und dabei so bedeutsam, dass sie uns gestatten, gewissen sehr häufigen Krankheitszuständen in directester Weise entgegenzutreten, denen wir bisher fast machtlos gegenüberstanden; denn eben so eigenartig und bedeutsam wie die Wirkungen, sind naturgemäss auch die Indicationen.

Die comprimirte Luft ist indicirt bei allen denjenigen Erkrankungen, bei denen es sich darum handelt:

1. die Spannkraft des Herzens und dem entsprechend den Druck im Aortensystem zu erhöhen;
2. das Ausströmen des Blutes aus dem Herzen zu erleichtern;
3. das Abfliessen des Blutes aus den Körpervenen in's Herz zu erschweren;
4. das Herz und die Lungen von Blut zu entlasten;
5. die Blutfülle im grossen Kreislauf zu vermehren.

Diese allgemeinen Gesichtspunkte eröffnen uns eine weite Perspective für die speciellen Indicationen der comprimirten Luft. Im Interesse der neuen therapeutischen Methode wünsche ich indess, dass wir uns vorläufig eine gewisse Beschränkung auferlegen und die Indicationen nicht allzu sehr ausdehnen; denn oft genug haben wir es in der Wissenschaft erlebt, dass etwas wahrhaft gutes und nützliches in seiner Entwicklung gehemmt wurde dadurch, dass man von Anfang an übertrieb und sich in's weite verirrte. Viel besser ist es, wir arbeiten von Anfang an mehr in die Tiefe als in die Breite, wir stellen die Indicationen anfänglich lieber zu eng als zu weit und überlassen es der späteren Entwicklung, allmälig das Gebiet auszudehnen.

Aus diesen Gründen werde ich mich mit Fleiss davon fernhalten, die mannigfachen speciellen Indicationen, selbst solche, die sich aus den allgemeinen Gesichtspunkten von selbst zu ergeben

scheinen, erschöpfend aufzuzählen und mich vielmehr nur auf diejenigen beschränken, die am nächsten liegen, und über die ich bereits Erfahrungen gesammelt habe. Es sind die Erkrankungen des Herzens und des Respirationstractus, auf die ich allein näher eingehe, während ich von den Erkrankungen der übrigen Organe — mit einer einzigen Ausnahme — vollständig absehe.

1. Herzkrankheiten. Auf das Herz wirkt die comprimirte Luft, wie ich zeigte, ganz eben so direct mechanisch ein, wie auf die Lungen und deshalb bilden die Erkrankungen des Herzens nicht minder wie die der Lungen den eigentlichsten Angriffspunkt der pneumatischen Heilmethode.

Unter allen Herzaffectionen sind es besonders zwei chronische Erkrankungen, gegen welche die comprimirte Luft eine bedeutende Wirkung entfaltet:

a) die Insufficienz der Mitralklappen,

b) die Stenosis ostii venosi sinistri.

Bei diesen beiden Erkrankungen ist zunächst der linke Vorhof und der gesammte Lungenkreislauf mit mehr Blut als normal erfüllt. Die Blutstauung erstreckt sich sodann zurück auf die rechte Herzkammer, welche durch allmälige Dilatation und Hypertrophie eine gewisse Compensation herbeizuführen vermag. Aber selbst wenn diese Compensation zu stande gekommen ist, ist die vermehrte Blutfülle in den Lungen und im linken Vorhof immer noch nicht beseitigt; sie besteht vielmehr fort, es hat sich ein Gleichgewichtszustand ausgebildet derart, dass der linke Vorhof eben so wohl wie die rechte Herzkammer dem vermehrten Blutgehalt der Lungen entsprechend dilatirt sind, und der hypertrophische Herzmuskel — sowohl der rechten Herzkammer wie des linken Vorhofs — die durch das Herzleiden gesetzten Widerstände zu überwinden vermag.

Ist die Compensation eine vollständige, so liegt zwar für den Arzt keine dringende Veranlassung vor einzuschreiten. Aber dennoch wird eine Einwirkung nützlich sein, sobald es durch unsere Heilmethode gelingt, den kleinen Kreislauf von Blut zu entlasten. Dies geschieht, wie wir sahen, durch den Einfluss der comprimirten Luft. Wir sind mittels derselben im Stande, dass Kreislaufs-Gleichgewicht derart zu modificiren, dass ein gewisses Quantum Blut dem Herzen und dem kleinen Kreislauf entzogen und dafür dem grossen Kreislauf zugeführt wird.

Die comprimirte Luft wirkt also dem abnormen Kreislaufs-Gleichgewicht, wie es durch die Krankheit gesetzt wurde, radical entgegen, und wir vermögen demnach durch unsere Heilmethode eine der Norm entsprechende Blutvertheilung herzustellen. Ist nun, unserer Annahme gemäss, eine Compensation bereits vorhanden, so wird diese im Stande sein, den Kreislauf in demjenigen neuen Gleichgewichtszustand zu erhalten, in den wir ihn versetzt haben, d. h. den Zustand der normalen Blutvertheilung zu bewahren — so lange bis irgend eine Gelegenheitsursache sie von neuem stört. Die Wirkung der comprimirten Luft, obgleich nur kurze Zeit angewendet, wird auf diese Weise trotzdem eine nachhaltige sein können.

Die obige Betrachtung giebt uns zugleich einen Fingerzeig, auf welche Weise die Natur selbst die genannten Herzleiden auf's vollständigste zu compensiren vermag, derart dass nicht nur die Widerstände im linken Ostium venosum durch Hypertrophie und Dilatation des linken Vorhofs und des rechten Ventrikels überwunden, sondern auch eine der Norm mehr angepasste Blutvertheilung hergestellt wird. Dies kann nur geschehen durch nachträgliche Hypertrophie auch des linken Ventrikels, durch welche dieser befähigt wird, eine grössere Blutmenge in's Aortensystem einzupumpen und dadurch den kleinen Kreislauf zu entlasten. In der That beobachten wir häufig bei alten Klappenfehlern des Ostium venosum sinistrum Hypertrophie des linken Ventrikels. Es hat bisher meines Erachtens an zutreffenden Erklärungen für das Zustandekommen derselben gefehlt, und man hat zum Theil zu sehr complicirten Hypothesen seine Zuflucht genommen. Aus den vermehrten Widerständen lässt sie sich nicht herleiten, es müsste dann die Rückstauung von den Lungen in die rechte Herzhälfte schon so bedeutend geworden sein, dass der Abfluss des Blutes aus den Körpervenen in's rechte Herz gehemmt ist. Dies trifft aber in denjenigen Fällen, wo die Hypertrophie beobachtet wird, noch keineswegs zu. Meiner Meinung nach erklärt sich die Entstehung der compensatorischen Dilatation und Hypertrophie des linken Ventrikels in höchst einfacher Weise durch den rein mechanischen Vorgang: Bei der Insufficienz der Mitralklappe wird zunächst der linke Vorhof durch die ihm von zwei Seiten zufliessende Blutmenge dilatirt; ist seine Musculatur kräftig genug, so hypertrophirt sie in Folge der vermehrten Arbeitsleistung. Dies ist die erste Compensation, an welche sich der gleiche Vorgang im rechten Ventrikel anschliesst. Ist diese Compensation beendet, so wirft nunmehr der hypertrophische und dilatirte linke Vorhof mit jeder seiner Systolen eine gegen die Norm vermehrte Blutmenge mit verstärkter Energie in die linke Herzkammer. Die Folge muss sein, dass auch diese sich mechanisch erweitert. Bei der Systole des Ventrikels hat nun dieser wiederum eine vermehrte Blutmenge zu bewältigen, und wenn dieselbe auch theilweise in den Vorhof regurgitirt, so hat doch der Herzmuskel die treibende Kraft hierfür zu liefern. In Folge dieser verstärkten Arbeit der Ventrikelmusculatur kommt

es nun, so wie sie noch kräftig genug ist, um nicht zu ermüden, zur Hypertrophie. Ist nun auf diese Weise der linke Ventrikel hypertrophisch geworden, so ist jetzt erst die Compensation des Klappenfehlers eine vollständige. Der hypertrophisch dilatirte Ventrikel wird freilich auch jetzt noch einen Theil seines Blutes in's Atrium regurgitiren lassen; aber der Rest desselben, welcher in die Aorta strömt, ist immer noch gross genug, um bei der energischen Kraft, mit welcher das hypertrophische Herz die Blutmasse vorwärtstreibt, einen regulären Kreislauf zu unterhalten.

Bei der Stenose der Mitralklappe wird es für gewöhnlich zu einer solchen Hypertrophie des linken Ventrikels nicht kommen, weil eine mechanische Dilatation desselben nicht statt hat. Nur bei einer excessiven Dilatation und Hypertrophie des linken Vorhofs, welche die Stenose zu übercompensiren vermag, wäre eine nachträgliche Dilatation und Hypertrophie auch des linken Ventrikels durch den genannten Hergang denkbar.

Noch viel erheblicher ist der Nutzen der comprimirten Luft, wenn entweder die Compensation überhaupt noch nicht eingetreten oder nicht vollendet, oder eine bereits vorhandene Compensation gestört ist.

Vergegenwärtigen wir uns die Folgen einer nicht vorhandenen oder nicht vollendeten Compensation: Der linke Vorhof wird mit Blut überfüllt, sei es wegen behinderten Abflusses bei Stenosis ostii venosi sinistri, sei es wegen vermehrten Zuflusses während seiner Diastole bei Insufficienz der Mitralklappen. Die Musculatur des linken Vorhofs ist nicht stark genug, während ihrer Systole eine genügende Blutmenge in die linke Herzkammer einzutreiben. Die linke Herzkammer macht angestrengte und doch in ihrer Wirkung theils ungenügende, theils vergebliche Contractionen, um das Aortensystem mit Blut, welches sie selbst in zu geringer Menge zugeführt erhält, zu versorgen; es kommt dadurch zu Herzpalpitationen und oft zu aussetzendem oder unregelmässigem Pulse. Die Blutüberfüllung setzt sich nothwendig auf die Lungen fort, und die Musculatur des rechten Ventrikels ist nicht stark genug, um die vis a tergo genügend zu erhöhen und dadurch eine Gegenwirkung gegen das Rückstauen des Blutes in den Lungen darzubieten. Es wird auf diese Weise die Blutfülle in den Lungen zu einem gewissen Maximum ansteigen und dadurch die Gefahr einer Haemoptoë bedingt werden. Zugleich wird wegen der Ueberladung der Lungencapillaren mit Blut, und weil nicht genügend Blut aus den Lungen und aus dem linken Ventrikel abfliesst, die Oxygenirung und Decarbonisation des Blutes gehemmt; es entsteht Dyspnoë und Cyanose. Sind die Widerstände im linken Herzen gross

genug, so wird wegen des gestörten Abflusses des Blutes aus den Lungen auch die rechte Herzhälfte mit Blut überfüllt, und die Rückstauung setzt sich auf die Körpervenen fort, welche ihr Blut nicht genügend zu entleeren vermögen. Es kommt dann zu den bekannten Störungen in entfernten Organen, zu den Symptomen von seiten der Nieren, des Intestinaltractus u. s. w., worauf ich nicht näher einzugehen brauche.

In diesen Kreislaufsstörungen liegt die hauptsächlichste Gefahr des Herzleidens, und können wir diesen entgegenwirken, so haben wir die Gefahr beschworen. Gegen das eigentliche organische Herzleiden an sich, d. h. gegen die Gewebsveränderungen des Herzens sind wir ja leider vollständig ohnmächtig.

Die comprimirte Luft ist nun nach den von mir erörterten Wirkungen in der That ein wahrhaftes Antidot gegen die vorhandenen Kreislaufsstörungen.

Zunächst erhöht sie die Herzkraft und zwar nicht minder die Thätigkeit der Ventrikel wie der Vorhöfe, der rechten wie der linken Herzhälfte. Sie übt demnach, während der Dauer ihrer Anwendung, ganz dieselbe Wirkung aus wie eine Compensation durch verstärkte Herzmusculatur. Indem sie nun dem rechten Ventrikel die Arbeit erleichtert, ihn stärker contrahirt, vermehrt sie die vis a tergo in den Lungen, fördert den Blutlauf in denselben und treibt mit grösserer Kraft das Blut aus den Lungenvenen in die linke Vorkammer. Diese selbst contrahirt sich nunmehr mit grösserer Kraft und führt dem linken Ventrikel mehr Blut zu als zuvor, welches dieser hinwiederum mit verstärkter Kraft in die Aorta befördert. Andererseits entlastet sie — und diesen grossen Vorzug hat sie selbst vor der natürlichen Compensation voraus — den rechten Vorhof und die rechte Herzkammer von Blut, weil aus den Körpervenen weniger Blut aspirirt wird. Die früher überfüllte rechte Herzkammer und Vorkammer erhalten dadurch eine wesentliche Erleichterung, sie werden nicht mehr so stark wie früher während der jeweiligen Diastole über ihr normales Volumen ausgedehnt, sondern ihr Inhalt wird entsprechend dem Druck der comprimirten Luft, dem geringeren Zufluss und dem vermehrten Abfluss von Blut auf ein geringeres Volumen reducirt. Zugleich werden nothwendigerweise auch die Lungen von Blut entlastet, und es stellt sich ein mehr der Norm sich nähernder Zustand ein.

Der Herstellung eines geregelteren Kreislaufs entsprechen auch

die Symptome. Die Herzpalpitationen und das häufige Aussetzen des stets leeren, kleinen Pulses, dadurch bedingt, dass die linke Herzkammer nicht Blut genug enthielt, um eine wirksame Systole auszuführen und das Aortensystem normal zu füllen, lassen nach. Zuweilen habe ich die Symptome wie mit einem Zauberschlage verschwinden sehen — freilich um früher oder später wiederzukehren. Der Puls, bisher klein, eng, fast fadenförmig, leicht zusammendrückbar, häufig aussetzend, wurde unmittelbar während des Gebrauchs der comprimirten Luft und unmittelbar nachher sofort grösser, voller, härter und sogar regelmässig; das Herzklopfen wurde weniger gefühlt.

Als weitere Folge tritt ein Nachlass der Dyspnoë und der Cyanose auf.

Selbstverständlich wird es von dem Grade des Leidens abhängen, wie viel wir überhaupt noch zu erreichen vermögen.

Zunächst muss der Kranke noch einen gewissen Vorrath von Kräften besitzen und nicht allzu hochgradig dyspnoëtisch sein, um überhaupt noch in regulärer Weise die comprimirte Luft inspiriren und von ihren Wirkungen Nutzen ziehen zu können.

Sodann hängt es davon ab, wie weit die Kreislaufsstörungen sich erstrecken, und ob nicht bereits Veränderungen der Blutmischung (Hydrämie) und tief greifende Störungen in entfernten Organen (Nieren-Affection, Albuminurie) eingetreten sind. Je mehr sich bereits diese secundären Erscheinungen ausgebildet haben, um so weniger Nutzen ist von der Einwirkung der comprimirten Luft zu hoffen, obgleich dieselbe auch in solchen Fällen noch häufig sehr wesentliche symptomatische Besserung zur Folge hat.

So habe ich noch in manchen schweren Fällen von Stenose oder Insufficienz der Mitralklappen mit den ausgeprägten Zeichen der Stauungs-Nephritis und beginnendem Hydrops den spärlichen, saturirten, stark eiweisshaltigen Urin sich erheblich vermehren und sogar den Eiweissgehalt desselben sich auf ein minimum reduciren oder ganz verschwinden sehen, während der Hydrops wich. Indess kommen solche hochgradigen Krankheitsfälle, in denen man trotzdem noch einen Erfolg erzielt, nicht gerade häufig in Behandlung. Weit günstiger für die pneumatische Therapie liegen diejenigen Fälle, in welchen die Compensationsstörung zu so schweren Folgen noch nicht geführt hat.

Die Steigerung der Urinsecretion bei Herzkranken unter dem

Einfluss der comprimirten Luft wurde übrigens, wie wir sahen, zuerst von Rosenstein beobachtet, und diese Thatsache, dass die Einathmung der comprimirten Luft die Diurese vermehrt, wurde auch bei Empyem und Pleuritis von Kelemen und Schreiber bestätigt.

Es kann zweifelhaft erscheinen, ob, wenn bereits eine Rückstauung des venösen Blutes im grossen Kreislauf in Folge hochgradiger Compensationsstörung eingetreten ist, überhaupt noch die comprimirte Luft am Platze und indicirt ist. Diese letztere hindert ja noch mehr den Abfluss des Blutes aus den Körpervenen und vermehrt die Blutfülle im grossen Kreislauf. Ist sie deshalb nicht in jenen Fällen hochgradiger Compensationsstörung contraindicirt?

Ich glaube dies nicht, wenn ich auch nicht leugnen mag, dass unter den genannten Umständen ihre Wirksamkeit bei weitem geringer ist als in denjenigen Fällen, in welchen eine beträchtliche Stauung im grossen Kreislauf sich noch nicht vollzogen hat.

Die comprimirte Luft wird in der That zunächst den Rückfluss des Blutes aus den Körpervenen in die rechte Vorkammer noch mehr hemmen. Aber zugleich wird sie auf die oben angegebene Weise durch Erleichterung der Herzarbeit und Steigerung der vis a tergo zunächst dem linken Vorhof sein Blut kräftiger in den linken Ventrikel entleeren helfen. Hiermit werden gleichzeitig die Lungen und rückwärts auch der rechte Ventrikel und der rechte Vorhof von Blut ergiebiger entleert, und der rechte Vorhof gewinnt deshalb mehr Raum zur Aufnahme neuen Blutes aus den Körpervenen. Dieses Moment der besseren Entleerung des rechten Vorhofs und der Raumschaffung für den Zufluss neuen Blutes wird das durch die comprimirte Luft bewirkte Hinderniss des Blutabflusses mehr als compensiren.

Hierzu kommt noch die gesteigerte vis a tergo, welche vom linken Ventrikel ausgeht. Unter dem Einfluss der comprimirten Luft wirkt dieser mit verstärkter Kraft, erhöht den Druck im Aortensystem und führt zudem noch eine grössere Blutmenge den Körperarterien zu als bisher. Diese Steigerung der vis a tergo, die früher meist auf ein minimum reducirt war, hilft nun gleichfalls das venöse Blut gegen die rechte Herzkammer hin in Bewegung setzen. Der früher gehemmte Kreislauf wird auf diese

Weise beschleunigt, indem eine neue treibende Kraft sich in ihn einschaltet.

Mit der Beschleunigung des Kreislaufs wird die Ventilation der Blutgase nothwendig gesteigert, der Dyspnoë wird entgegengewirkt, die Blutmischung wird verbessert, und dem entsprechend tritt ein Nachlass aller von dem gestörten Kreislauf abhängigen Symptome ein.

Ob endlich die regelmässige Anwendung der comprimirten Luft die abnorme Blutvertheilung, wenn sie bereits sehr hochgradig gestört, noch annähernd bis zur Norm zurückführen kann, ist für die schwersten Fälle sicherlich zweifelhaft. Jedenfalls aber leistet sie selbst hier noch mehr, als irgend eine andere Heilmethode im entferntesten vermag.

Kehren wir wieder zu den weniger schweren Fällen zurück, in welchen die comprimirte Luft thatsächlich die krankhafte Blutvertheilung zu einer der Norm sich nähernden überführt und durch ihre Wirkung den Effect des organischen Herzleidens compensirt. Geht in diesen Fällen der heilsame Einfluss der comprimirten Luft nicht sofort vorüber, wie diese einzuwirken aufhört?

Mit nichten. Bei der Betrachtung der mechanischen Wirkungen der verschiedenen pneumatischen Methoden habe ich bereits zu beweisen mich bemüht, dass dieselben keine schnell vorübergehenden sind, sondern nothwendig die Zeit der Application mehr oder weniger lang überdauern. Hierin liegt der grosse Werth der pneumatischen Heilmethode, ohne welchen sie kaum zu irgend einer Bedeutung gelangen könnte. Die Nachwirkung ist es, die zur Geltung kommt.

Während der Anwendung der comprimirten Luft ist die krankhafte Blutvertheilung in eine mehr der Norm sich nähernde verwandelt worden. Diese kann nicht sofort wieder in die abnorme überspringen, sondern nur ganz allmälig in dieselbe übergehen, vorausgesetzt dass nicht plötzlich störende Einflüsse einwirken. Dadurch nun, dass von Zeit zu Zeit, etwa täglich oder seltener, die comprimirte Luft immer wieder methodisch angewendet wird, erhält man eine Kette von Wirkungen, die immer länger und energischer nachdauern, bis der Effect zu einem anhaltenden, oder wenigstens vorläufig anhaltenden wird. Unterdess gewinnt das Herz Zeit, seine Compensation zu vollenden oder seine gestörte wieder herzustellen.

Zudem kommt noch der nachhaltig heilsame Einfluss der comprimirten Luft auf die Herzmusculatur (vergl. p. 303) selbst, indem eine allmälige Kräftigung derselben bewirkt, also die Herstellung der Compensation unterstützt und beschleunigt wird.

Ich glaube hiermit vollkommen die oft überraschend günstigen Erfolge der comprimirten Luft bei den genannten Herzfehlern, wie ich sie häufig in praxi beobachtete, erklärt zu haben. Leider aber, dies muss ich hinzufügen, ist die Wirkung immer nur eine zeitweise, freilich oft auf Monate oder selbst länger vorhaltend, bis eine Gelegenheitsursache das Kreislaufgleichgewicht von neuem zu stören beginnt.

Die condensirte Luft ist selbstverständlich bei Herzleiden kein Radicalmittel — wie sie es beispielsweise bei Lungencompression durch pleuritische Schwarten, oder wie es die Exspiration in verdünnte Luft bei Emphysem ist —, sondern sie ist nur ein symptomatisches und Palliativmittel. Gegen die organische Herzerkrankung direct anzukämpfen, liegt nicht in ärztlicher Macht; aber da es ja nicht das organische Leiden an sich ist, welches die Gefahren bedingt, sondern — abgesehen von Embolien und anderen secundären Störungen — fast einzig und allein die functionelle Kreislaufstörung, so sind wir durch die pneumatische Heilmethode in den Stand gesetzt, indem wir die Kreislaufstörung zu beseitigen und die Function der Blutcirculation der Norm anzunähern vermögen, auch allen Symptomen des Herzleidens entgegenzuwirken.

Eine derartig volle symptomatische Einwirkung kommt in ihrem Effect fast einer curativen Wirkung gleich, nur dass sie auf eine beschränkte Zeit und nicht radical für immer vorhält.

Gleichwohl könnte selbst die Frage auftauchen, ob eine vorhandene Stenose thatsächlich nicht auch gebessert, d. h. die verengte Stelle mechanisch erweitert werden kann unter dem Einfluss des stärkeren Druckes, mit welchem das Blut durchgetrieben wird. Ich halte diese Frage a priori keineswegs für absolut verneinbar, wenn auch in praxi kaum zu beantworten. Die Möglichkeit scheint mir allerdings zugegeben werden zu müssen. Freilich müsste man dann annehmen, dass überhaupt jeder Zustand, welcher den Druck der durch die Stenose durchströmenden Flüssigkeit steigert, auch möglicherweise das ste-

nosirte Ostium allmälig mehr oder weniger zu erweitern vermag. Ein solcher Zustand wird aber nicht allein durch die comprimirte Luft, sondern auch durch die von der Natur bewirkte Compensation mittelst Hypertrophie der Herzmusculatur herbeigeführt.

c. Bei Erkrankungen der Aortenklappen ist die Wirkung der comprimirten Luft eine analoge. Stenose der Aortenklappen habe ich bisher nicht zu behandeln Gelegenheit gehabt, dagegen einige Fälle von Insufficienz der Aortenklappen.

Die Wirkung der comprimirten Luft trat zwar auch in diesen Fällen hervor, jedoch nicht so regelmässig und viel weniger ausgesprochen, auch minder nachhaltig als bei Stenose und Insufficienz der Mitralklappe.

Den Grund für diese Beobachtung suche ich hauptsächlich in folgenden Momenten: In denjenigen Fällen von Insufficienz der Aortenklappen, welche ich in Behandlung bekam, war bereits der linke Ventrikel hochgradig hypertrophirt. Je dicker nun die Herzwandung ist, um so weniger ist sie elastisch und der Druckwirkung der comprimirten Luft unterworfen. Ausserdem erstreckt sich bei der genannten Krankheit die Blutstauung für gewöhnlich nicht bis in die Lungen hinein, sondern findet an der Mitralklappe ihre Begrenzung, und die sich ausbildende Hypertrophie des linken Ventrikels sucht den Widerstand zu compensiren. Die comprimirte Luft könnte also nur ihre Wirkung auf den linken Ventrikel direct ausüben, und hier gerade ist ihr Effect beschränkt oder vielleicht selbst auf ein Minimum reducirt. Tritt nun eine Compensationsstörung dadurch ein, dass der hypertrophische Herzmuskel fettig zu degeneriren beginnt, so wird auch auf diesen die comprimirte Luft wenig Einfluss ausüben können.

Ist nun gar die Compensation so wenig ausreichend, dass eine Rückstauung des Blutes bis in die Lungen und die rechte Herzhälfte stattfindet, so wird man freilich durch die comprimirte Luft einen palliativen Nutzen schaffen können; aber hier hat man zugleich die allerhochgradigsten Fälle vor sich, bei denen auf einen weitgreifenden Erfolg überhaupt nicht mehr zu rechnen ist.

Andererseits ist in allen denjenigen Fällen, in welchen eine vollkommene Compensation durch Hypertrophie und Dilatation des linken Ventrikels hergestellt ist, und wobei sich die Kranken subjectiv wohl befinden, die Anwendung der comprimirten Luft überflüssig. Hier ist bereits der Druck im Aortensystem so sehr ver-

stärkt, dass es unnöthig, ja bei manchen Individuen (hauptsächlich mit nicht ganz intacten Arterienwandungen) sogar schädlich ist, den Druck durch Anwendung der comprimirten Luft noch weiter zu steigern.

Wir sehen demnach, dass bei Insufficienz der Aortenklappen die Indicationen für die condensirte Luft ziemlich complicirt, jedenfalls nicht so einfach sind, wie bei Erkrankungen des Ostium venosum sinistrum und dass sie nur für ausgesuchte Fälle überhaupt in Kraft treten.

Ueber die Ausathmung in verdünnte Luft in Fällen von gut compensirter Insufficienz der Aortenklappen ist bereits oben (p. 368) abgehandelt.

d. Klappenerkrankungen in der rechten Herzhälfte. Ich hatte bisher leider keine Gelegenheit, derartige Fälle zu behandeln und kann deshalb nur meine theoretische Ansicht aussprechen.

Im ganzen halte ich bei Erkrankungen der Pulmonalarterienklappen oder des Ostium venosum dextrum vornehmlich die verdünnte Luft für indicirt. Indess kann auch hier eine Combination mit der comprimirten Luft von Nutzen sein. Ich komme später hierauf zurück.

e. Fettherz. Ich habe bisher einige Fälle von exquisitem Fettherz mit comprimirter Luft behandelt und theils einen schnell vorübergehenden symptomatischen, theils gar keinen Nutzen, in einem Falle jedoch, der verzweifelt schien, sogar einen überraschenden und mindestens einige Monate[1]) anhaltenden Erfolg erzielt. Jedenfalls ist hier grosse Vorsicht bei der Anwendung der pneumatischen Methode geboten. Einerseits lässt sich zwar ein symptomatischer Erfolg in der Weise erwarten, als die gesunkene Herzkraft momentan unterstützt wird. Andererseits aber ist zu befürchten, dass der fettig degenerirende Herzmuskel einen stärkeren Druck schwer erträgt. Ob der Fortschritt des Leidens dadurch in etwas gehemmt werden kann, dass mittels der comprimirten Luft zeitweise die Oxygenation des Blutes und die Blutvertheilung gebessert wird, ist zweifelhaft, aber nicht unmöglich.

Ich glaube demnach, dass weitere Versuche immerhin zu

---

1) Ich verlor den Kranken später aus den Augen, da er in seine Heimath, nach Schweden, abreiste.

machen sind, dass bei denselben aber die grösste Vorsicht obwalten muss. — Bei meinen Versuchen habe ich einen Schaden nicht beobachtet, weil ich mich stets mit sehr mässiger Anwendung und mit geringem Druck begnügte, auch häufige Ruhepausen eintreten liess. Uebertreibung kann gerade in diesen Fällen sicherlich eine nicht wieder gut zu machende Gefahr herbeiführen.

2. Hyperämien und Entzündungen des Lungengewebes. Bei acuten Entzündungen, sowohl der genuinen fibrinösen wie auch der acuten katarrhalischen oder acuten käsigen Pneumonie habe ich bisher von der Anwendung des pneumatischen Apparats vollkommen abgesehen. Von anderen Autoren hat meines Wissens nur Amati die Einathmung comprimirter Luft bei acuter Pneumonie in Anwendung gezogen, und theilt er die Krankengeschichten mehrerer derartig im Hospital behandelter Fälle ausführlich mit. Nach denselben scheint es in der That, als ob auch in der fibrinösen Pneumonie die comprimirte Luft einen gewissen Nutzen zu schaffen, wenigstens manche besonders lästige und gefahrbringende Symptome, wie die Dyspnoë, zu bessern vermag. Ob es gelingen kann, die Krankheit, deren typischer Verlauf bisher durch Medicamente kaum irgend wie hat beeinflusst werden können, abzukürzen, scheint mir mehr als zweifelhaft. Dagegen sind es Rückstände nach Pneumonien, zögernde Resolution nach Ablauf des Fiebers, welche für die Inspirationen comprimirter Luft eine sehr geeignete Indication bieten, und bei welchen dieselben auch bereits ausser von mir auch von Schreiber mit Erfolg in Anwendung gezogen worden sind.

Hauptsächlich in Betracht kommen jedoch chronische oder subacute Entzündungen, vornehmlich die einfache Lungenphthisis, die ja, wie zur Genüge erwiesen, in der weitaus grössten Zahl der Fälle entzündlicher Natur ist.

Wir sahen bereits oben, dass die Einathmung comprimirter Luft ihrer Wirkung auf die Respiration wegen bei Lungenphthisis indicirt ist. In ihrer Wirkung auf die Circulation gewinnen wir einen weiteren Anhaltspunkt.

Der Entzündung des Lungengewebes geht eine locale Hyperämie voran und begleitet sie. Durch die Inspiration comprimirter Luft wird, wie wir sahen, ein Druck auf die intrathoracischen grossen und kleinen Blutgefässe ausgeübt, und es werden die Lungen von Blut entlastet. Die comprimirte Luft, so drückte ich mich

aus, wirkt wie ein auf die Lungen applicirter Aderlass; sie ist deshalb ein directes Antidot gegen Hyperämie und Entzündung der Lungen, oder mit anderen Worten ein Antiphlogisticum bei drohenden oder bestehenden Entzündungen der im Thorax eingeschlossenen Organe.

Ueber die Wirksamkeit der comprimirten Luft bei Phthisis habe ich mich bereits oben ausgesprochen und werde noch später ausführlicher darauf zurückkommen. Wie viel in denjenigen Fällen, in welchen ein Nutzen durch die comprimirte Luft zu beobachten ist, auf Rechnung der circulatorischen Wirkung (sit venia verbo), wie viel auf die der respiratorischen kommt, lässt sich schwer oder vielmehr — wenigstens bis jetzt — überhaupt nicht entscheiden. Hier lässt also die Praxis zur Bestätigung oder Verneinung der obigen Theorie im Stich.

In der That lege ich bei der Anwendung der comprimirten Luft in der Phthisis ein viel grösseres Gewicht auf die respiratorische als auf die circulatorische Wirkung, und dies um so mehr, als die letztere in vielen Fällen mir sogar unerwünscht scheint.

Nach meiner, auch mit den Ansichten anderer übereinstimmenden Anschauung, die freilich noch hypothetischer Natur ist, wird das Auftreten der Lungenphthisis, namentlich die Verkäsung der Entzündungsproducte, durch Blutmangel in den Lungen begünstigt[1]). Vermindert nun die comprimirte Luft den Blutgehalt in den Lungen noch weiter, so wirkt dies jener Hypothese zufolge schädlich.

Aus dieser Erwägung combinire ich, wo der Kräftezustand des Kranken es erlaubt, und wo keine floriden Entzündungsherde vorhanden, auch keine Haemoptoë zu befürchten ist, grösstentheils die Inspirationen verdünnter Luft mit denen comprimirter. Ausnahmslos thue ich dies ganz besonders, wenn ich die pneumatische Behandlungsmethode als Prophylacticum bei phthisischem Habitus in Anwendung ziehe.

Hier wird durch die verdünnte Luft die depletorische Wirkung der comprimirten paralysirt, und wo man erstere intensiv anwendet, kann die blutvermehrende Wirkung der ersteren sogar überwiegen.

---

1) Waldenburg: Die Tuberculose, die Lungenschwindsucht und Scrofulose. Nach historischen und experimentellen Studien bearbeitet. Berlin 1869, August Hirschwald. S. 166 ff.

In den vorgeschrittenen Fällen von Phthisis, in denen bereits ausgedehnte Verdichtungs- und Entzündungsherde bestehen, ist die verdünnte Luft nicht mehr anwendbar. Die comprimirte Luft wirkt hier antiphlogistisch auf die verdichteten und entzündeten Lungenpartien, sie bringt eine mehr gleichmässige Vertheilung des Blutes in den Lungen hervor, und von der blutvermindernden Wirkung in den noch gesunden Lungenpartien möchte wohl kaum noch ein Schaden zu erwarten sein.

Ob dennoch ein Schaden eintritt? ich weiss es nicht und kann eben so wenig den Schaden der circulatorischen Wirkung in praxi demonstriren, wie ich den Nutzen derselben beweisen kann. Der Endeffect setzt sich aber aus so vielen verschiedenen Factoren — den Wirkungen auf die Respiration sowohl wie auf die Circulation — zusammen, dass es unmöglich ist, in dem speciellen Falle mit Sicherheit zu entscheiden: welchem Factor verdanken wir am meisten? welchem am wenigsten? welcher hat möglicherweise eine günstige Wirkung des anderen paralysirt oder gar direct geschadet?

Hier müssen wir uns mit unserem Nichtwissen bescheiden und uns durch die Erfahrung mit ihren aus grossen Beobachtungsreihen gezogenen Schlüssen auf den richtigen Weg leiten lassen.

3. Haemoptysis. An die Lungenhyperämie schliesst sich die Haemoptysis an. Wenn wir sie auch nur als Symptom betrachten, welchem verschiedenartige Krankheiten zu Grunde liegen können, so hielt ich es doch für zweckmässig, sie an dieser Stelle zu erwähnen.

Eine acute Haemoptë dürfte wohl kaum jemals das Object der pneumatischen Behandlung werden, und in Betracht können hier nur hartnäckige chronische Fälle kommen, bedingt sei es durch Herz-, sei es durch Lungenleiden. Von der comprimirenden und depletorischen Wirkung der verdichteten Luft auf die intrathoracischen Gefässe lässt sich ein Erfolg gegen die Haemoptysis a priori erwarten, sicherlich aber kaum ein erheblicher; denn die blutenden Gefässe werden durch die Luftcompression nicht geschlossen, nur die Blutfülle in denselben herabgesetzt.

In der That habe ich bisher auch keine besonders glänzenden Erfolge zu verzeichnen. Die Fälle, welche ich behandelte, waren freilich die hartnäckigsten, die ich je beobachtete, sie bestanden seit Monaten oder Jahren. In einzelnen derselben schien die Blu-

tung sich zu vermindern oder seltener zu werden, oder selbst — vielleicht nur für einige Zeit — zu sistiren, in anderen war der Erfolg unbedeutend oder gleich Null.

Kann auch dies nicht sehr ermuthigen, so glaube ich doch, dass immerhin noch Grund genug vorliegt, weitere Versuche nicht aufzugeben, und in besonders geeigneten Fällen auch einen mehr nachhaltigen Erfolg zu erwarten.

Besonders indicirt halte ich die comprimirte Luft bei Haemoptysis, bedingt durch Stauungs-Hyperämie in den Lungen. In erster Reihe stehen hier die Herzkrankheiten, in specie die Stenose und Insufficienz der Mitralis, welche oben schon ausführlich abgehandelt sind.

Sodann möchte ich auf die viel geschmähten und dennoch entschieden bestehenden und ausserordentlich wichtigen vicariirenden Blutungen von neuem[1]) die Aufmerksamkeit lenken.

Ich hoffe, dass meine in diesem Werke niedergelegten Arbeiten dahin führen werden, weitere Untersuchungen über den Einfluss der Mechanik bei Krankheiten hervorzurufen. In der Mechanik, so glaube ich, werden wir das bisher dunkle Moment finden, welches bei gestörter Menstruation oder unterdrücktem Hämorrhoidalfluss vicariirende Hyperämien, Entzündungen und Blutungen in edlen Organen und zumal in den Lungen veranlasst. Anstatt mit unfruchtbarer Skepsis — einer sehr leichten Handhabe, um mühelos, ohne jede Anstrengung des Denkens und ohne jede Anregung zum Weiterforschen, dunkle und unbequeme Thatsachen einfach zu beseitigen — an den Gegenstand heranzutreten, untersuche man vielmehr die thatsächlichen Verhältnisse und die Bedingungen für den Eintritt der Störungen. Man achte auf den Verlauf und die Verbindung der grossen Gefässstämme in den verschiedenen Organen mit Rücksicht auf die mechanischen Verhältnisse, welche den Kreislauf in gewissen Bezirken zu hindern vermögen, und auf die Stauungsverhältnisse, die als Resultat dieser Behinderung auftreten müssen. Wir werden dann bei vorhandener Hyperämie, sei es zur Zeit, wo die Menstruation auftritt, oder bei Hämorrhoidarien mit sogenannter Plethora abdominalis, falls das Ausfliessen des Blutes aus den natürlichen oder gewohnten Wegen gehindert ist, eine collaterale Fluxion,

1) Ibidem S. 513.

Congestion oder Blutungen in entfernten Organen für möglich, vielleicht für ganz naturgemäss halten.

Auch hier werden wir wieder theilweise zu den Anschauungen der Alten zurückkehren müssen und anerkennen, dass die Skepsis der Neuzeit weit über ihr Ziel zum Schaden der Wissenschaft hinausgegriffen hat.

Ich habe diesen Punkt bereits an einem anderen Platze[1]) ausführlich besprochen und konnte mir nicht versagen, wenn auch vom Gegenstand etwas abweichend, hier noch einmal darauf zurückzukommen.

Kurz also: man achte auf die mechanischen Bedingungen der normalen und abnormen Blutvertheilung im Organismus und auf die Folgen, welche Veränderungen der Blutvertheilung in den verschiedenen Organen hervorzurufen vermögen! Diese Untersuchungen zugleich mit Berücksichtigung der Blutdruckverhältnisse versprechen meiner Ansicht nach die fruchtbarsten Ergebnisse für eine Reform der Pathologie sowohl wie für die Therapie.

Selbst auf das bisher so dunkle und mit Unrecht viel bestrittene Gebiet des Auftretens von Krankheiten innerer Organe, namentlich der Lungen, in Folge von plötzlich unterdrückten Secretionen oder Exanthemen fällt vielleicht mittels der mechanischen Theorie ein Lichtblick. Der grosse Blutreichthum secernirender Organe ist sattsam bekannt; nicht minder wahrscheinlich ist eine abnorme Blutanhäufung in der Haut bei manchen Exanthemen. Es scheint mir nicht ganz unwahrscheinlich anzunehmen, dass ein plötzliches Abgelenktwerden einer grösseren Blutmasse aus einem bisher eingenommenen Bezirke Fluxionen nach inneren Organen veranlassen kann — ganz abgesehen davon, dass durch die Unterdrückung von Secretionen ausserdem noch abnorme Elemente dem Blute beigemischt sein können, welche durch ihren Reiz oder ihre Ablagerung in entfernten Organen Krankheiten zu bedingen vermögen. (Vgl. mein Werk über Tuberculose, Lungenschwindsucht und Scrofulose S. 509 ff.)

Auch die Therapie im allgemeinen, nicht bloss die mechanische, dürfte sehr wesentlich an richtigen principiellen Anschauungen gewinnen, wenn ein genügendes Gewicht auf Veränderungen der Blutvertheilung gelegt würde. Die Application der Kälte und Wärme in ihren verschiedenen Formen, der Bäder, der Umschläge, der Druckverbände u. s. w. muss in diesem Sinne beurtheilt werden, und zwar je nachdem die Blutvertheilung einerseits in der Nähe der Applicationsstelle, andererseits in entfernten Organen dadurch verändert wird. Nachdem ich dies (in der ersten Auflage) niedergeschrieben, erschien zu meiner Freude eine vortreffliche Arbeit von Schüller: „Experimentalstudien über die Veränderungen der Gehirngefässe unter dem Einflusse

1) Ibidem S. 511 ff.

äusserer Wasserapplicationen. Erklärung des physiologischen Zusammenhangs." (Deutsches Archiv für klin. Med. Bd. XIV. Heft 5. u. 6. 1874), in welcher die angedeuteten Principien auf's vollständigste zur Geltung kommen. Später arbeitete Winternitz in derselben Richtung weiter, und brachte dadurch einen epochemachenden Umschwung in der Hydrotherapie hervor. (W. Winternitz: Die Hydrotherapie auf physiologischer und klinischer Grundlage. Wien 1877—79. Schwarzenberg.) Möge weiter in gleichem Sinne gearbeitet werden! Dass dies fruchtbringend sein wird, ist kaum zu bezweifeln.

Um zu meinem eigentlichen Thema wieder zurückzukehren, so scheint es mir nun, dass gerade bei solchen Lungenblutungen, welche durch abnorme Blutvertheilung in Folge mechanischer Stauung oder Congestion hervorgerufen oder doch begünstigt werden, die comprimirte Luft ganz besonders am Platze ist, indem sie die Blutvertheilung im Organismus derart ändert, dass den Lungen Blut entzogen und dieses dem übrigen Organismus in grösserer Fülle zugeführt wird. Auf diese Weise wird nicht nur der Lungenblutung entgegengewirkt, sondern es wird ausserdem noch das Auftreten der Blutungen aus dem Uterus oder aus den Hämorrhoidalvenen, für welche die Pneumorrhagie vicariirte, befördert.

Mit der mechanischen Therapie harmonirt demnach eine mechanische Auffassung der pathologischen Vorgänge.

4. Die eben dargelegten Betrachtungen führen mich dahin, auch die Chlorose an dieser Stelle als eine Indication für die pneumatische Heilmethode zu erwähnen. Ich habe schon anfangs mehrere Chlorotische behandelt, aber nicht ihrer Chlorose wegen, sondern theils weil sie eine ausgesprochene Disposition zur Phthisis besassen, theils weil die krankhaften Erscheinungen, an denen sie litten, wie Dyspnoë, Herzklopfen, Brustschmerzen zu einer symptomatischen Behandlung aufforderten. Die Resultate, welche ich mittels der pneumatischen Behandlung erzielte, waren fast in allen Fällen befriedigend und weitgehender, als ich erwartete: nicht nur dass die genannten quälenden Symptome nachliessen oder aufhörten, sondern auch das Allgemeinbefinden hob sich sichtlich, die Kranken bekamen ein gesünderes Aussehen, die Schleimhäute erschienen weniger blass, Appetit und Ernährung hob sich, endlich regelte sich zuweilen auch die Menstruation und wurde reichlicher. Nach diesen Erfahrungen wandte ich später die comprimirte Luft bei Chlorotischen häufiger an, namentlich wenn zeitweise Dyspnoë

und Herzklopfen bestand, auch ohne dass eine Disposition zur Phthisis vorlag, und beobachtete einen gleich günstigen Erfolg. Aehnliche Erfahrungen machte neuerdings auch Schreiber.

Die genannten Wirkungen lassen sich aus denselben Gesichtspunkten erklären, die ich oben bei den vicariirenden Congestionen und Blutungen geltend gemacht habe. Virchow[1]) bewies, dass bei Chlorosis, wenigstens für eine gewisse Reihe von Fällen, Abnormitäten in der Anlage und der Weite der grossen Blutgefässstämme vorhanden seien. Aus diesen Abnormitäten lassen sich die meisten Symptome der Chlorosis herleiten, indem einerseits die Arbeit des Herzens durch erhöhte Widerstände erschwert wird, andererseits eine krankhafte Blutvertheilung im Organismus sich herstellt. Der im übrigen gewöhnlich schlecht ernährte Herzmuskel hat nicht die Kraft, das Blut mit dem nothwendigen Druck durch die abnorm eng veranlagten Gefässe zu treiben; entfernte Capillargefässe erscheinen deshalb blutleer (Blässe der Haut und der sichtbaren Schleimhäute), Menstruationsblutungen werden unregelmässig und spärlich — wenn nicht gerade umgekehrt Verhältnisse vorliegen, welche besonders dem Uterus eine stärkere Blutfülle zutheilen.

Die comprimirte Luft wirkt hier thatsächlich nützlich, indem sie die Herzkraft unterstützt, den Druck im Aortensystem hebt, die durch die engen Arterien bewirkten Widerstände beseitigen hilft und dadurch den entfernten Capillaren grössere Blutmengen zutreibt. Da, wie wir sahen, auch der Herzmuskel nachhaltig durch die pneumatische Heilmethode gekräftigt wird, so wird die Wirkung keine schnell vorübergehende sein, sondern mehr oder weniger lang andauern.

Auch die Regelung der Menstruation erklärt sich aus dem gesteigerten Herzdruck. (Wo profuse Menstruation stattfindet, ist die comprimirte Luft contraindicirt.) Wenn circumscripte oder allgemeine Hyperämie in den Lungen und die Neigung zu Lungenblutungen vorhanden ist, wird ihr entgegengewirkt, ausserdem wird der Thorax erweitert, die Lungenventilation gehoben, die Dyspnoë schwindet, und da das Herz nunmehr wirksamer und mit geringerer Anstrengung agirt, verliert sich auch das Herzklopfen.

---

1) Beiträge zur Geburtshülfe und Gynäkologie. Bd. I. 1870. Virchow: Chlorose und die damit zusammenhängenden Anomalien im Gefässapparat, insbesondere über Endocarditis puerperalis.

Die Wirkung der comprimirten Luft bei Chlorose ist demnach zwar nur eine symptomatische; aber doch so, dass sie den Störungen, welche das nicht zu heilende Grundleiden setzt — dort wo thatsächlich angeborene Gefässabnormitäten (Virchow) vorliegen — direct nach allen Richtungen entgegenarbeitet und auch einen nachhaltigen Effect zur Compensation des Grundleidens ausübt.

Handelt es sich dagegen nur um leichtere Fälle, in welchen keine ausgesprochene krankhafte Gefässanlage vorhanden, sondern durch noch unbekannte Ursachen nur vorübergehend ein Zustand mit dem Symptomencomplex der Chlorose erzeugt ist, so kann die pneumatische Behandlungsmethode möglicherweise durch Regelung der Respiration und Circulation so wie durch Steigerung der Herzkraft für die Dauer erfolgreich wirken.

5. Bronchitis. Gegen Bronchitis fanden wir bereits die comprimirte Luft wegen ihrer respiratorischen Wirkung erfolgreich. Sie ist es nicht minder und vielleicht noch in höherem Masse wegen ihrer Wirkung auf die Circulation. Sie hemmt die Hyperämie in der Bronchialschleimhaut und wirkt auf diese Weise dem Entzündungsprocess direct entgegen.

Freilich lässt sich auch hier nicht mit Bestimmtheit beweisen, welchem Umstand wir in den speciellen günstig verlaufenen Fällen den grössten Theil der Wirkung verdanken. Dies ist aber auch nebensächlich. Seien wir zufrieden, dass der Effect auf die Respiration mit dem auf die Circulation zu einem günstigen Endresultate sich combinirt.

Besondere Beachtung verdient ein von Sommerbrodt mitgetheilter Fall einer Bronchitis, welche seit 2 Jahren bestand und mit vierwöchentlich wiederkehrenden Suffocationsanfällen, einer Form der Menstruatio vicaria, einherging. In diesem Falle wurde nicht nur die Bronchitis geheilt, sondern auch die wahrscheinlich auf menstrueller Fluxion zu den Lungen beruhenden Suffocationsanfälle durch Regulirung der Circulation beseitigt. Dieser Fall schliesst sich an das oben bei Gelegenheit der vicariirenden Hämoptysis und der Chlorose gesagte an.

6. Ich wollte mich mit Fleiss einer Ausdehnung der Indicationen auf ausserhalb des Respirations- und Circulationstractus gelegene Organe enthalten und mir nur eine einzige Ausnahme gestatten, um gleichsam den Vorgang einer Wirkung auf entfernte Organe an einem bestimmten Beispiel zu demonstriren.

Als diese Ausnahme erwähne ich den Morbus Brightii.

Unmöglich können wir daran denken, durch die mechanische Behandlungsmethode etwa das Grundleiden, d. h. die organische Nierenerkrankung selbst irgend wie zu bessern. Das einzige, was wir erreichen können, ist: auf mechanische Weise eine Compensation nachzuahmen, auf welche die Natur uns direct hinweist, indem diese selbst sie für gewöhnlich bewirkt.

Bekannt ist die in Folge von Morbus Brightii auftretende Hypertrophie des linken Ventrikels. Diese ist nicht nur als eine einfache Folge des Nierenleidens wegen der dadurch gesetzten abnormen Widerstäude aufzufassen, sondern sie wirkt gleichzeitig auch entschieden compensatorisch, indem sie den Druck in den Nierengefässen steigert und dadurch die Harnsecretion unterstützt.

Dasselbe nun, was die Hypertrophie des linken Ventrikels, vermag auch auf mechanischem Wege die comprimirte Luft zu leisten. Sahen wir ja auch, dass unter ihrer Wirkung, wegen Steigerung des Drucks im Aortensystem, die Diurese sich vermehrt (Rosenstein, Kelemen, Schreiber); ja in einzelnen Fällen von Stauungs-Nephritis sah ich, wie bereits erwähnt, die Albuminurie sich vermindern oder sogar schwinden. Wir mussten es ferner auch für sehr wahrscheinlich annehmen, dass die Einathmung comprimirter Luft nachhaltig die Herzmusculatur kräftigt (vergl. p. 303). Wir haben in ihr somit ein Mittel gewonnen, welches der compensatorischen Hypertrophie des linken Ventrikels anlog wirkt, und welches deshalb geeignet ist, eine noch nicht vorhandene oder noch nicht genügend ausgebildete Compensation zu ersetzen, ihre Entwicklung zu unterstützen, oder endlich einer gestörten Compensation zu Hülfe zu kommen. Auf diese Weise könnte es gelingen, wenn auch nicht die Grundkrankheit zu bessern, so doch den Verlauf des Leidens symptomatisch zu mildern und das Leben zu verlängern.

Dies sind bisher nur theoretische Erwägungen. In praxi habe ich dieselben noch nicht erprobt — einzig und allein aus Scheu, die Indicationen der pneumatischen Behandlungsmethode vorzeitig zu erweitern, während es noch mehr als genug für die näher liegenden Indicationen zu arbeiten gab.

3. Inspiration verdünnter Luft.

A. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf die Respiration ergeben.

Wir fanden, dass die Inspiration verdünnter Luft die Thoraxmusculatur stärkt, und dass sie demgemäss als Gymnasticum wirkt. Sie ist demnach in denjenigen Zuständen indicirt, in welchen die Brust schwächlich gebaut, die Brustmuskeln schlecht entwickelt sind.

In erster Reihe steht hier der paralytische Thorax mit seiner Disposition zur Phthisis, oder mit anderen Worten der phthisische Habitus. Wir werden sehen, dass auch die Wirkung der verdünnten Luft auf die Circulation bei der Anlage zur Lungenschwindsucht erwünscht scheint. Man thut gut, mit den Inspirationen verdünnter Luft abwechselnd Inspirationen comprimirter Luft zu combiniren.

Auch bei bereits bestehender Phthisis im Anfangsstadium, sobald der Kräftezustand überhaupt noch die nicht ganz unerhebliche Anstrengung der Inspiration verdünnter Luft gestattet, ist das Verfahren gleichfalls zu versuchen, auch hier in Verbindung mit der Inspiration comprimirter Luft. Floride Entzündung im Lungengewebe oder Neigung zu Haemoptysis contraindiciren die verdünnte Luft.

Nicht minder wie bei der Disposition zur Phthisis ist die Inspiration verdünnter Luft auch in anderen Fällen indicirt, wo die Brustmuskeln schwach entwickelt sind, oder wo eine erhöhte Leistungsfähigkeit derselben erwünscht ist. So wende ich die Methode mit besonders gutem Erfolge nach abgelaufener Pleuritis an, wo die Muskelgymnastik dazu beitragen hilft, den Widerstand von zurückgebliebenen pleuritischen Adhäsionen und Schwarten zu überwinden und den deformen Thorax wieder zur Norm auszudehnen. Auch hier ist Combination mit comprimirter Luft von ganz besonderer Wichtigkeit.

B. Indicationen, die sich aus der Wirkung auf das Herz und die Blutcirculation ergeben.

Die Inspiration verdünnter Luft bringt, wie ich zeigte, ihre eigenthümlichen Wirkungen auf das Herz und die Blutcirculation

schon bei geringen Graden der Luftverdünnung viel intensiver hervor, wie die Exspiration in verdünnte Luft. Wo deshalb die circulatorische Wirkung der verdünnten Luft therapeutisch benutzt werden soll, ist für gewöhnlich die Inspiration, nicht die Exspiration am Platz.

Die Wirkung der verdünnten Luft bestand in Herabsetzung des Drucks im Aortensystem, vermehrtem Abfluss des Blutes aus den Körpervenen in's Herz, vermindertem Abfluss aus dem Herzen in den grossen Kreislauf, demgemäss Vermehrung des Blutgehalts im Herzen und in den Lungen.

Die verdünnte Luft ist demnach indicirt in denjenigen Fällen, in welchen es sich darum handelt:

1. den Druck im Aortensystem herabzusetzen;
2. den Abfluss des Blutes aus den Körpervenen in's Herz zu erleichtern oder zu vermehren;
3. den Blutzufluss zu den Körperarterien herabzusetzen oder zu erschweren;
4. den Blutgehalt in den intrathoracischen Organen und namentlich in den Lungen zu steigern.

Was die speciellen Krankheitsformen betrifft, in welchen diese allgemeinen Indicationen zur Geltung kommen, so liesse sich eine ganze Reihe derselben herzählen. Ich ziehe es vor, mich auf sehr wenige Krankheitsprocesse zu beschränken.

1. Erkrankungen der rechten Herzhälfte. Wie bei Erkrankungen der linken Herzhälfte, bei welchen die Lungen von zurückgestautem Blute überfüllt sind, die comprimirte Luft, so erscheint bei denjenigen Erkrankungen der rechten Herzhälfte, bei welchen der Abfluss des Blutes aus den Körpervenen in's Herz gehemmt ist und wegen verminderter Zufuhr eine Blutarmuth der Lungen eintritt, die verdünnte Luft indicirt.

Es kommen hier in Betracht in erster Reihe die Stenose und die Insufficienz der Tricuspidalklappe, in zweiter Reihe die der Pulmonalarterienklappen. Bei der grossen Seltenheit dieser Erkrankungen fehlte es mir bisher an Gelegenheit, die Wirksamkeit der verdünnten Luft bei ihnen in praxi zu erproben. Deshalb möchte ich mich auch weiterer theoretischer Erörterungen enthalten und nur noch eine einzige Bemerkung mir erlauben.

Ich glaube nämlich, dass in manchen der genannten Krankheitsformen neben der verdünnten Luft auch die Inspiration com-

primirter Luft von Nutzen sein muss. Erstere saugt mehr Blut aus den Venen in die rechte Herzhälfte, letztere hilft das in grösserer Menge angesogene Blut mit mehr Kraft in die Lungen und die linke Vorkammer, endlich aus dem linken Ventrikel wieder in die Aorta treiben und die vis a tergo in den Venen vermehren. Eine individualisirende geschickte Combination der Inspirationen verdünnter Luft mit den Inspirationen comprimirter Luft muss hier einen ganz besonderen Nutzen schaffen können. Jedoch dies ist Theorie. Die Erfahrung muss lehren, ob sie im Rechte ist.

Die Inspirationen verdünnter Luft — und dies ist ein nicht unerheblicher Nachtheil — werden immer nur dann angewendet werden können, wenn der Kranke noch einen gewissen Vorrath an Kraft hat und nicht sehr dyspnoëtisch ist. Kurzathmige schwächliche Kranke werden entweder nur mit Mühe oder gar nicht die Einathmung verdünnter Luft, welche immerhin die Respiration hemmt und widerstandsfähige Musculatur voraussetzt, ausführen können — man müsste sie denn zuerst durch tiefe freie Inspirationen in der Atmosphäre oder bei geschlossenem Mund und Nase und sodann durch sehr geringe Grade der Luftverdünnung an das Verfahren gewöhnen.

2. Phthisis und phthisischer Habitus. In meinem Werke über Tuberculose, Lungenschwindsucht und Scrofulose habe ich alle diejenigen Momente ausführlich erörtert, welche der Hypothese günstig sind, dass die Disposition zu käsigen Processen in den Lungen und hiermit die Anlage zur Schwindsucht durch eine gewisse Blutarmuth der Lungen bedingt werde. Ich kann hier auf den Gegenstand nicht von neuem eingehen, um so weniger, als ich neue Gesichtspunkte zu den früher erschöpfend discutirten nicht hinzuzufügen vermag. Ich muss deshalb auf meine frühere Arbeit verweisen und hier nur einige wenige Punkte erwähnen. Es ist durch Beobachtungen bewährter Autoren (Rokitansky, Frerichs, Traube, Lebert u. a.) als unbestreitbare Thatsache festgestellt, dass diejenigen Herzkrankheiten, welche dem Abfluss des Blutes aus den Lungen besonders hinderlich sind, also namentlich die Stenose und Insufficienz der Mitralklappe, eine gewisse Immunität gegen Lungenschwindsucht aufweisen, während umgekehrt diejenigen Herzkrankheiten, welche den Blutzufluss zu den Lungen hemmen, wie die Stenose des Ostium arteriosum dextrum und der Arteria pulmonalis, ganz auffallend zur Lungenphthisis disponiren.

Auf den Umstand ferner, dass in der verdünnten Luft des Hochgebirges der Blutzufluss zu den Lungen vermehrt wird, beziehe ich hauptsächlich die unbestrittene Wirksamkeit des Höhenklimas[1]), theils um eine bestehende Disposition zur Phthisis zu tilgen, theils um eine bereits vorhandene und vorläufig zum Stillstand gelangte Affection zu heilen und vor neuen Nachschüben zu schützen. Dazu wirkt noch im Hochgebirge die als mittelbare Folge der Luftverdünnung und des Bergsteigens auftretende Brusterweiterung und Stärkung der Brustmusculatur.

Alle diese Erfolge lassen sich nun in eben so sicherer Weise mittels des pneumatischen Apparates bei rationeller Anwendung desselben erzielen. Die constanten Wirkungen der Inspiration comprimirter Luft auf die Erweiterung der Brust und auf die Stärkung der Athemkraft sind bereits wiederholentlich erörtert. Verbindet man nun mit der Anwendung der comprimirten Luft auch die Inspiration verdünnter Luft, so erzielt man hierdurch zu den früheren Wirkungen noch das weitere äusserst wichtige Moment, nämlich einen vermehrten Blutzufluss zu den Lungen. Ausserdem wird die Musculatur des Thorax gerade durch die Inspiration verdünnter Luft mehr geübt und gekräftigt, als durch irgend eine andere Methode, das Verfahren ist die kräftigste Thoraxgymnastik, wie bereits oben dargethan.

Man wird einwenden: die Wirkung der comprimirten Luft auf die Circulation sei der der verdünnten entgegengesetzt, und die eine hebe die andere auf. Dieser Einwand ist nicht ohne Berechtigung. Man kann ihn nur dadurch abschwächen, dass man bei der Behandlung entweder die comprimirte oder die verdünnte Luft länger und intensiver anwendet als die andere, und auch auf die Reihenfolge Rücksicht nimmt.

Besonders bei noch nicht zum Ausbruch gelangter Phthisis, wo nur ein sogenannter phthisischer Habitus besteht, lege ich das Hauptgewicht auf die circulatorischen Wirkungen der verdünnten Luft. Hier steige ich allmälig mit der Anzahl der täglich zu verbrauchenden Cylinder (etwa bis zu 3, höchstens 4) und mit der Belastung für die verdünnte Luft (bis zu $^1/_{80}$ Atmosphärendruck und mehr).

---

1) Waldenburg; Die locale Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane. Lehrbuch der respiratorischen Therapie. Zweite Auflage. Berlin 1872. Georg Reimer. S. 765. — Die Tuberculose, die Lungenschwindsucht etc. S. 173 und 536.

Dem Gebrauch der verdünnten Luft schicke ich die Inspiration comprimirter voran. Wenn bei dieser letzteren auch eine gleiche oder noch grössere Zahl von Cylinderfüllungen und eine höhere Belastung (gewöhnlich nur $^1/_{60}$ Atmosphärendruck) angewendet wird, so steht dennoch ihre circulatorische Wirkung derjenigen der Inspiration verdünnter Luft nach — wie aus früheren Auseinandersetzungen (vergl. p. 310) unzweifelhaft hervorgeht.

In diesem Falle wird demnach die circulatorische Nachwirkung der verdünnten Luft über die der comprimirten überwiegen. Wo die Inspiration verdünnter Luft noch zu sehr anstrengt, also besonders im Beginn der Behandlung, lasse ich am Schluss jeder Sitzung, also nach dem Gebrauch der verdünnten Luft, nach einer Pause noch eine einzige Cylinderfüllung comprimirter Luft unter niedrigem Druck ($^1/_{80}$ bis $^1/_{60}$ Atmosphärendruck) einathmen, wodurch die Respiration verbessert wird, ohne dass dadurch die circulatorische Nachwirkung erheblich geschwächt werden dürfte.

Bei bereits bestehender Phthisis lasse ich die verdünnte Luft viel sparsamer und weniger intensiv gebrauchen: auch hier zuerst einige Cylinder comprimirte Luft, sodann 1—2 Cylinder verdünnte Luft, zuletzt wieder 1 Cylinder comprimirte. Wenn hierbei auch nicht die volle circulatorische Nachwirkung der verdünnten Luft zu stande kommt, so halte ich es doch für wahrscheinlich, dass wenigstens ein Theil ihrer Wirkung gewahrt bleibt, und auch wenn dies selbst nicht der Fall ist, so wird doch wenigstens dadurch die den Blutzufluss zu den Lungen hemmende Wirkung der comprimirten Luft compensirt.

Die Erfahrungen, welche ich bisher in der Praxis mit der Combination der Inspirationen comprimirter und verdünnter Luft bei Phthisis und phthisischem Habitus machte, haben mich im ganzen befriedigt.

In viel ausgedehnterer Weise als ich wendet Cron die Einathmungen verdünnter Luft bei Phthisis pulmonum an, und er vermeidet hierbei möglichst die Combination mit den Einathmungen comprimirter Luft. Nach seinen Erfahrungen waren die erzielten Erfolge zufriedenstellend.

4. Exspiration in comprimirte Luft.

Die Exspiration in comprimirte Luft habe ich bisher nicht angewendet, weil ich keine genügenden Indicationen dafür fand, oder

richtiger, weil stets die Indicationen von den Contraindicationen überwogen wurden.

A. Die Wirkung auf die Respiration könnte höchstens die Anwendung in allen denjenigen Krankheiten, bei welchen die Exspiration insufficient ist, zur Stärkung der Exspirationsmuskeln indiciren; aber hier bildet der die Athmung störende Effect, welchen die Exspiration in comprimirte Luft ausübt, ein Hinderniss. Ich möchte indess von vorn herein nicht vollständig absprechen und die Möglichkeit nicht ganz von der Hand weisen, dass sehr geringe Grade der Luftcompression mit allmäliger Steigerung in manchen Erkrankungen vielleicht günstig wirken.

B. Die Wirkung auf die Circulation ist dieselbe wie die der Inspiration comprimirter Luft, ja sogar noch dem Grade nach viel erheblicher. Dennoch ist in allen denjenigen Erkrankungen, welche ich oben als die Inspiration comprimirter Luft indicirend anführte, diese bei weitem vor der Exspiration in comprimirte Luft vorzuziehen; denn während durch die letztere die Athmung gehemmt, wird sie durch erstere unterstützt.

Es ist indess auch hier möglich, dass specielle Fälle vorkommen, in welchen man von der intensiveren Druckwirkung der Exspiration Gebrauch machen will, ohne dass die respiratorische Wirkung eine Contraindication bildet.

Der einzige Autor, welcher bisher die Exspirationen in comprimirte Luft therapeutisch verwerthete und ihre Erfolge rühmt, ist Forlanini. Derselbe zieht für eine Reihe von Fällen die Exspiration in comprimirte Luft den Inspirationen derselben vor, weil die Wirkung der ersteren auf die Circulation, wie wir sahen, eine intensive und gleichmässige ist. Er behauptet, dass das Verfahren nicht, wie ich fürchtete, anstrengend ist. Freilich wendet er anfangs auch nur einen geringen Ueberdruck von $^1/_{150}$ Atmosphäre an, und steigt nur allmälig, selten jedoch über $^1/_{63}$ Atmosphäre und nur ausnahmsweise bis zu $^1/_{50}$ Atmosphären-Ueberdruck.

Besonders gute Resultate berichtet Forlanini bei Haemoptysis erzielt zu haben. Im übrigen empfiehlt er das Verfahren überall, wo die Wirkung der comprimirten Luft auf das Herz indicirt ist, und namentlich auch bei Phthisis pulmonum.

Contraindicationen.

1. Comprimirte Luft.

Die Contraindicationen der comprimirten Luft ergeben sich folgerichtig aus den Wirkungen derselben auf das Herz und die Circulation.

Die comprimirte Luft ist contraindicirt:

1. wo der Druck im Aortensystem bereits hochgradig ist, und Gefahren von einer weiteren Steigerung desselben zu befürchten sind;
2. wo Congestionen oder Blutungen in einem ausserhalb des Brustkastens gelegenen edlen Organe entweder bestehen, oder Disposition dazu vorhanden ist.

Um einige specielle Krankheitszustände zu erwähnen, bei denen die comprimirte Luft entweder nur mit grosser Vorsicht anzuwenden oder, wenn nicht sehr dringende Indicationen vorliegen, lieber ganz zu vermeiden ist, so nenne ich in erster Reihe die Atherose der Gefässwandungen. Ist diese in irgend einer zugänglichen Arterie nachweislich, oder liegt irgend ein Moment vor, welches diese Erkrankung auch nur wahrscheinlich macht, so thut man gut, auf ein Mittel zu verzichten, welches den Druck im Aortensystem steigert und möglicherweise zur Ruptur eines atheromatösen Hirngefässes Veranlassung geben kann.

Ueberhaupt ist die comprimirte Luft contraindicirt, wo entweder directe Krankheitserscheinungen oder die Körperconstitution den Kranken zu Gehirnhämorrhagien disponirt machen, also bei dem sogenannten apoplectischen Habitus, zumal wenn derselbe vollkommen ausgeprägt ist und, was in dem Bilde desselben nicht fehlen darf, mit stark gespanntem Pulse und mit ersichtlich grosser Blutfülle im Körper einhergeht. Manchen Personen wird fälschlich ein apoplectischer Habitus zugeschrieben: sie haben zwar den gedrungenen Körperwuchs, die gewölbte Brust, den kurzen Hals, den stark entwickelten Panniculus adiposus der zu Gehirnhämorrhagien disponirten; aber der Puls, weit entfernt stark gespannt zu sein, ist oft sogar auffallend weich, trotz seiner Fülle nicht besonders gross, die Gesichtsfarbe mehr blass als roth. Solche Constitutionen disponiren weit mehr zum Fettherz oder zu

anderen Herzkrankheiten, von denen einige freilich auch plötzliche Hirnerkrankungen (z. B. Embolien) secundär bewirken können, als zur eigentlichen Gehirnhämorrhagie. Bei solchen Individuen ist die comprimirte Luft keineswegs contraindicirt, ja sie kann sogar nützlich sein, vorausgesetzt, dass Abnormitäten der Gefässwandungen nicht nachweisbar sind.

Blutungen in anderen Organen des grossen Kreislaufs contraindiciren gleichfalls die comprimirte Luft, z. B. Magenblutungen bei Ulcus ventriculi, Nierenblutungen bei Nephritis.

Auch profuse Menstruation und extramenstruale Uterinblutungen können die Anwendung der comprimirten Luft contraindiciren. Ich habe in einigen Fällen die Menstruation entschieden abnorm reichlich werden sehen unter dem Gebrauch der comprimirten Luft. Will man diese bei profuser Menstruation dennoch wegen dringender Indicationen anwenden, so muss man sie in den Intervallen der Menstruation mit Vorsicht gebrauchen lassen und mehrere Tage vor der zu erwartenden Regel bis mehrere Tage nach dem Aufhören derselben mit der Kur pausiren.

Auch profuse Hämorrhoidalblutungen können gleichfalls eine Contraindication für die comprimirte Luft darbieten.

Alle diese Contraindicationen betreffen sowohl die Inspiration comprimirter Luft, als auch die Exspiration in comprimirte Luft und zwar diese letztere in weit höherem Grade als die erstere. Die Exspiration in comprimirte Luft ist in allen den genannten Fällen absolut contraindicirt, während für die Inspiration der condensirten Luft die Contraindication nur eine relative ist. Bei vorsichtiger Abwägung des Grades der Compression, häufigen Ruhepausen, Vermeidung zu reichlichen Gebrauchs wird man in manchen dringenden Fällen trotz vorhandener contraindicirender Momente nicht vollständig auf das Heilmittel zu verzichten brauchen; aber man sei sich der möglichen Gefahren bewusst und übe gewissenhaft alle Cautelen zur Vermeidung derselben.

2. Verdünnte Luft.

Die verdünnte Luft ist contraindicirt:

1. wo ein vermehrter Blutzufluss zu den Lungen vermieden werden muss;
2. wo der Druck im Aortensystem bereits stark unter die Norm herabgesetzt ist.

In erster Reihe steht ad 1. die Hämoptoë und zwar nicht nur, wenn dieselbe zur Zeit gerade vorhanden ist, sondern auch wenn dieselbe kurz vorhergegangen und ihre Wiederkehr zu fürchten ist.

Ferner sind es auch floride Entzündungen im Lungengewebe, welche den Gebrauch der verdünnten Luft contraindiciren.

Ad 2. endlich contraindicirt jeder vorgeschrittene Schwächezustand — in specie Schwäche der Herzkraft — den Gebrauch der verdünnten Luft und zwar nicht nur deshalb, weil durch dieselbe der Druck im Aortensystem noch weiter herabgesetzt, der Arbeit des Herzens vermehrte Widerstände entgegengestellt werden, sondern auch wegen der Wirkung der verdünnten Luft auf die Respiration und der Kraftanstrengung, mit der sie verbunden ist.

Die genannten Contraindicationen gelten in weit höherem Grade für die Inspiration verdünnter Luft, als für die Exspiration in dieselbe. Für erstere dürfen die erörterten Gegenanzeigen eine absolute Gültigkeit beanspruchen. Für letztere dagegen bieten sie nur eine mehr relative Beschränkung und fordern, wo man trotzdem wegen dringender Indicationen zu ihr greifen will, zur Vorsicht heraus. Alle Cautelen — geringer Grad der Luftverdünnung, kurze Dauer der Anwendung, häufige Pausen — sind gewissenhaft zu beobachten.

Ich persönlich habe mich bisher bei bestehenden Contraindicationen überhaupt nur in seltenen, dringenden Ausnahmen zur Anwendung der verdünnten Luft, auch selbst nur für die Exspiration, entschlossen.

Mechanische Unterstützungs- und Ersatzmittel der pneumatischen Heilmethode.

Die Wirkung der comprimirten Luft fordert dazu heraus, auf Mittel zu sinnen, welche sie zu unterstützen oder zu modificiren im Stande wären.

Ich will nur wenige hierauf bezügliche Gesichtspunkte hervorheben:

Es könnte unter Umständen erwünscht sein, die brusterweiternde Wirkung der condensirten Luft zu localisiren. Beispielsweise könnte man den Versuch machen wollen, bei Disposition zur Phthisis allein auf den oberen Theil des Thorax, d. h. auf die

oberen Lungenlappen einzuwirken. Es würde sich dann darum handeln, den übrigen Thorax von der Einwirkung abzuschliessen. Dies lässt sich durch ein einfaches mechanisches Mittel leicht ausführen, nämlich dadurch, dass man den unteren Theil des Thorax bis zu dem freien Rippenrande mit einer Schnürbinde umwickelt und dadurch an der Ausdehnung durch die comprimirte Luft hindert.

In gleicher Absicht liess v. Cube einen Kranken mit pleuritischer Schwarte auf die gesunde Seite mit untergelegtem Kissen lagern und in dieser Position die comprimirte Luft einathmen. Dieselbe entfaltet dann ihre vornehmliche Wirkung an der frei liegenden kranken Seite. Ich selbst liess in einzelnen Fällen von pleuritischer Schwarte während der Inspiration comprimirter Luft die gesunde Brustseite durch die Hand eines Gehülfen stützen und dadurch die extendirende Wirkung der comprimirten Luft mehr auf die kranke Seite beschränken. Der Erfolg schien in der That für dieses Verfahren zu sprechen.

Ferner liesse sich in Fällen, in welchen man eine starke Druckwirkung auf das Herz erzielen und dabei doch die Wirkung auf die Lungen umgehen möchte, dies in der Weise erreichen, dass man die ganze Brust vor der Application der comprimirten Luft mit einer Binde oder einem fest anschliessenden Gewand umgiebt, wodurch eine starke Ausdehnung des Thorax gehindert wird. In diesem Falle würde die volle Druckwirkung der comprimirten Luft auf das Herz und die Gefässe bei jeder Inspiration früher erzielt und dadurch die circulatorische Wirkung verstärkt, die respiratorische hingegen abgeschwächt. Auch hier könnte das Stützen des Thorax durch die Hand eines Gehülfen einen freilich weniger ergiebigen Ersatz bieten.

Ich will mich damit begnügen, nur diese Gesichtspunkte anzudeuten, die der Theorie ihren Ursprung verdanken und bis jetzt nur in vereinzelten Fällen (bei Pleuritis) von mir practisch verwerthet worden sind.

Man könnte dieselben noch wesentlich vermehren, wenn man auch den Kreislauf in den Extremitäten mit in den Gesichtskreis seiner Erwägungen aufnimmt. Wenn man beispielsweise die unteren Extremitäten nach Esmarch's Methode bis zur annähernden Blutleere fest einwickelt und dann die comprimirte Luft — mit oder ohne gleichzeitige Umschnürung der Brust — einathmen lässt, so würde wegen der stark vergrösserten Blutmenge in

den dem Kreislauf offenen Körpertheilen der Druck im Aortensystem noch höher ansteigen und die Organe des Abdomens so wie das Gehirn und Rückenmark würden mehr Blut unter hohem Drucke zugeführt erhalten — was unter Umständen, namentlich bei Anämie des Gehirns, indicirt sein kann.

Ausserdem könnte bei Rückstauung des Blutes in den Venen eine Einwicklung der Extremitäten den Rückfluss des Blutes in's rechte Herz befördern helfen und auf diese Weise die pneumatische Behandlungsmethode unterstützen.

Wie verlockend alle diese Erwägungen auch sein mögen, ich will mich darauf beschränken, sie angedeutet zu haben, und möchte auch nicht einmal früher zu ihrer Ausführung rathen, als bis sich erst die einfache pneumatische Methode für sich allein genügend Bahn gebrochen hat.

Ich komme nunmehr zu einer anderen Frage: besitzen wir Surrogate, welche die mechanische Wirkung der comprimirten und verdünnten Luft bei Nichtvorhandensein oder Nichtanwendbarkeit eines pneumatischen Apparats zu ersetzen vermögen?

Zunächst glaube ich als unzweifelhaft aussprechen zu dürfen, dass es bisher kein bekanntes Mittel giebt, welches sämmtliche Wirkungen der comprimirten oder verdünnten Luft, sei es für die Inspiration, sei es für die Exspiration in sich vereinigt.

Dagegen existiren sehr wohl einige mechanische Hülfsmittel, welche je einen Theil der Wirkung der einen oder anderen pneumatischen Heilmethode, wenn auch in unvollkommenem Masse, ersetzen.

Die einen bilden Surrogate für die circulatorische, die anderen für die respiratorische Wirkung.

Als Ersatzmittel für die mechanische Wirkung der verdünnten Luft auf das Herz und die Blutcirculation können methodisch ausgeführte, lang angehaltene tiefe Inspirationen dienen; denn bei tiefen Inspirationen sinkt der Druck im Aortensystem, und die Aspiration des Blutes aus den Venen wird unterstützt und vermehrt. Soll die Wirkung auf das Herz und die Circulation erheblich gesteigert werden, so lasse man methodische tiefe Inspirationen bei geschlossenem Munde und geschlossener Nase ausführen (Müller'scher Versuch), wobei man die circulatorische Wirkung sehr hochgradiger Luftverdünnung erzielt. Selbstverständlich darf man jede dieser Inspirationen nicht zu lange ausdehnen lassen, weil sie

sonst Gefahren für das Leben der Kranken bedingen, und durch das Extrem des Versuchs sogar die Circulation gänzlich zum Stillstand gebracht werden kann.

Je nachdem man 1) mit offenem Munde oder 2) nur durch die Nase oder etwa 3) nur durch ein Nasenloch oder endlich 4) bei geschlossenem Mund und Nase inspiriren lässt, hat man eine gewisse Reihenfolge der Wirkung ihrem Grade nach und hiermit sogar eine Art Dosirung derselben. Je weiter nämlich die Eingangsöffnung ist, durch welche die äussere Luft einströmt, um so schneller gleicht sich der Druck innerhalb der Lungen mit dem der äusseren Atmosphäre aus, und um so geringer wird die der Blutverdünnung zukommende Wirkung sein. Der geringste Grad der Wirkung tritt somit beim Athmen mit weit geöffnetem Munde ein. Das Extrem der Wirkung hingegen macht sich geltend, wenn tief eingeathmet wird, während Mund und Nase geschlossen ist.

Auch durch die Art und Weise, wie eingeathmet wird, ob schnell oder langsam, ruhig oder forcirt, lang andauernd oder kurz abgebrochen, kann die Wirkung mehr oder weniger gesteigert oder abgeschwächt werden.

Diese tiefen Inspirationen, methodisch ausgeführt — täglich mit Pausen etwa 10—30 Minuten lang ein oder mehrere Male — werden bei mangelndem pneumatischen Apparat als Ersatzmittel der verdünnten Luft dienen können in allen denjenigen Fällen, in welchen diese wegen ihrer Wirkung auf die Circulation indicirt ist. Als solche Indicationen ergeben sich Erkrankungen der rechten Herzhälfte und die Anfänge der Lungenschwindsucht, ganz besonders aber der phthisische Habitus. Bei der Phthisis und der Disposition zu derselben erfüllen methodische tiefe Inspirationen zugleich den nicht minder erwünschten Zweck, als Gymnastik der Thoraxmusculatur zu dienen.

Ich komme demnach durch diese Erwägungen auf einem bisher nicht betretenen Wege zu einem Endziel, welches bereits viele Autoren vor mir von anderen Ausgangspunkten aus gleichfalls erreicht hatten. Methodische tiefe Inspirationen bei Phthisis sind nämlich, wie bekannt, bereits vielfach empfohlen worden, und in neuster Zeit ist ganz besonders Dührssen wieder für dieselben eingetreten. Ich kann mich dieser Empfehlung vollkommen anschliessen. Wenn auch bei tiefen Inspirationen in freier Luft keine genaue Dosirung der Wirkung wie am pneumatischen Apparate

möglich ist, so haben sie dafür den Vorzug voraus, keines Apparats zu ihrer Ausführung zu bedürfen.

Leider ist nur ein Uebelstand zu erwähnen, nämlich der, dass nur wenige Patienten exact genug sind, um die methodischen Inspirationen ohne Apparat und ohne Gegenwart des Arztes genau nach Vorschrift auszuführen. Ich habe bisher nur wenige Patienten kennen gelernt, welche meinem Rathe, methodisch tiefe Inspirationen in frischer Luft zu machen, auch nur für kurze Zeit consequent nachkamen, obgleich ich seit vielen Jahren dieses Verfahren namentlich vielen Phthisikern und Asthmatikern beim Aufenthalt in Fichtenwäldern empfohlen hatte.

Was die circulatorische Wirkung der comprimirten Luft betrifft, so haben wir ein Surrogat derselben im Valsalva'schen Versuch, also beim Ausathmen, während Mund und Nase geschlossen ist. Verstärkt kann diese Wirkung noch dadurch werden, dass gleichzeitig ein äusserer Druck auf die Brust und den Bauch ausgeübt wird (Weber'scher Versuch).

Der Valsalva'sche und der Weber'sche Versuch wirken wie eine Exspiration in comprimirte Luft. Es haften ihm demnach auch alle diejenigen störenden Wirkungen auf die Respiration an, welche die Exspiration in comprimirte Luft mit sich bringt. Das Verfahren darf deshalb nur vorsichtig und mit häufigen Pausen ausgeführt werden.

Dennoch möchte ich — wenn kein pneumatischer Apparat zur Hand ist — methodisch fortgesetzte Ausführung des Valsalva'schen Versuchs bei manchen derjenigen Krankheiten empfehlen, bei denen wir die comprimirte Luft ihrer circulatorischen Wirkung wegen indicirt fanden, so namentlich bei Stenose und Insufficienz der Mitralklappe. Ferner habe ich den Valsalva'schen Versuch in praxi vielfach ausüben lassen bei Empyem mit offener Thoraxfistel. Derselbe erleichtert unmittelbar den Ausfluss des Eiters aus der Fistelöffnung. In gleicher Absicht lässt man ja auch bekanntlich den Kranken starke Hustenstösse ausführen. Ein Hustenstoss wirkt an sich ähnlich dem Valsalva'schen Versuch, den intrathoracischen Druck momentan steigernd. Jedoch ist wohl zu beachten, dass dem Hustenstoss gewöhnlich eine tiefe Inspiration vorangeht und ihm folgt. Beim Gesammteffect des Hustens überwiegt deshalb die Wirkung der verdünnten Luft vor der der comprimirten, wie meine Pulsmessungen direct nachgewiesen haben.

Der Inspiration comprimirter Luft, derart dass auf die Circulation eingewirkt wird, ohne das die Respiration leidet, entspricht kein Surrogat, so weit mir bekannt ist — abgesehen von den pneumatischen Cabinetten, auf die ich später zurückkomme.

Ein Theil der respiratorischen Wirkungen der Inspirationen comprimirter combinirt mit Inspirationen verdünnter Luft lässt sich durch methodische tiefe Inspirationen erzielen, in so weit diese den Effect der Thoraxgymnastik ausüben: es kann dadurch allmälig der Thorax erweitert, die Musculatur gestärkt, dem entsprechend auch die vitale Lungencapacität und die pneumatometrische Athemkraft gehoben werden.

Aehnlich wirkt der Aufenthalt im Höhenklima, wobei die verdünnte Luft der wesentliche Factor ist. Desgleichen lässt sich auch durch methodische kunstgerechte Gymnastik eine Stärkung der Brustmusculatur mit ihren Erfolgen erzielen. Auf die nämliche Weise wirkt wahrscheinlich auch die Behandlung des Thorax mittelst des electrischen Stromes, wie sie gegen Phthisis und phthisischen Habitus empfohlen wurde [1]).

Für die Exspirationen in verdünnte Luft bietet die Gerhardt'sche Methode [2]) ein Surrogat. Dieselbe besteht darin, dass die Exspiration durch den Druck der Hand auf Brust und Bauch mechanisch unterstützt wird. Die Manipulation wird etwa 20—30 mal hinter einander täglich vorgenommen. Gerhardt beobachtete als Wirkung: Hinaufrücken des Zwerchfells, also Verkleinerung der ectatischen Lungen, Vermehrung der vitalen Lungencapacität, Beförderung der Expectoration. Dem gegenüber stehen als Schattenseiten: leicht Auftreten von Haemoptysis als directe Folge der Manipulation, ferner Muskelzuckungen und selbst Schwindel, nach Gerhardt's Vermuthung bewirkt dadurch, dass von abgesperrten Lufträumen der Lunge aus unter dem ausgeübten Drucke mehr Kohlensäure in's Blut aufgenommen werde. In diesen Missständen liegt zugleich der wesentliche Abstand dieser Methode von der pneumatischen Behandlung. Es fehlt ihr nicht nur vollständig das jucunde, das man bei der Therapie, wenn irgend möglich, wünscht, sondern selbst das tuto wird durch die möglichen

1) Bastings: Die Lungenschwindsucht und ihre Heilung durch Electricität. Uebertragen von Silbermann. Erlangen 1866. Enke.

2) Berliner klin. Wochenschr. No. 3. 1873. Die Behandlung des Lungenemphysems durch mechanische Beförderung der Exspiration.

Gefahren in Frage gestellt. — Die Methode ist übrigens, wie Gerhardt selbst hervorhebt, bereits früher mehrfach empfohlen worden, aber gut begründet und durch exacte Krankenberichte gestützt wurde sie erst von Gerhardt, so dass sie, wie ich glaube, die Bezeichnung der Gerhardt'schen Methode verdient.

Künstlich verstärkte tiefe Inspirationen und Exspirationen in horizontaler Lage empfiehlt v. Mosengeil[1]) gegen pleuritische Schwarten.

Er beschreibt sein in einem Falle mit grossem Vortheil angewendetes Verfahren mit folgenden Worten:

„Ich liess den Pat. horizontal auf den Rücken lagern, die Thoraxpartie schwach erhöht, liess die Hände bei etwa rechtwinklig gebeugten Ellbogengelenken falten, so dass sie mit ihrem Ulnarrande ungefähr in der Nabelgegend auf dem Abdomen lagen. Danach wurden bei beginnender Inspiration die Arme erhoben, zugleich aber beide Hände derart in Pronation gebracht, dass beim Hinüberführen über den Kopf der Rücken der Hände nach diesem sieht. Die Arme wurden so weit als möglich nach oben und hinten geführt. Bei der Exspiration gingen die Arme wieder zurück, und meine flach aufgelegten, durch Auseianderspreizen der Finger über eine möglichst grosse Partie des Thorax ausgebreiteten Hände comprimirten denselben von vorn und oben nach hinten und unten zu."

Später lernte Pat. das Verfahren ohne die Hülfe des Arztes allein ausführen.

Alle diese Mittel indess, ich wiederhole es, entsprechen nur einem Theil der Wirkung der pneumatischen Behandlungsmethode, sie decken nicht die volle Wirkung derselben.

Wirkung des Doppelapparats.

Die Voraussetzung, dass man durch gleichzeitige Beförderung sowohl der Inspiration wie der Exspiration, und zwar der ersteren durch comprimirte, der letzteren durch verdünnte Luft ganz besondere Vortheile erzielen müsste, liegt so ausserordentlich nahe, dass sie nicht nur sofort bei mir selbst, sondern auch bei sehr vielen, welche die Methode erst kennen zu lernen anfingen, hervortrat. Ich erfuhr dies an vielen Collegen, die sich bei mir über den Gegenstand unterrichteten, und ich selbst hatte, als ich noch erst

1) Ueber mechanische Behandlung eines Folgezustandes nach abgelaufener Pleuro-Pneumonie. Berl. klin. Wochenschr. 48. 1876.

den Hauke'schen Apparat zu benutzen begann, die Meinung, dass sich durch alternirende Inspiration comprimirter und Exspiration in verdünnte Luft für gewisse Fälle ausserordentliches erreichen lassen müsse.

Als ich jedoch in meinen physiologischen Untersuchungen genügend vorgeschritten war, um die Wirkungen der comprimirten und verdünnten Luft auf die Respiration und ganz besonders auf die Circulation zu kennen, kam ich mehr und mehr von obiger Voraussetzung zurück; vollends geschah dies, nachdem ich eigene Versuche mit dem genannten Verfahren angestellt hatte.

Was mich zuerst von therapeutischen Versuchen abschreckte, war die Befürchtung einer Gefahr für das Herz. Durch Inspiration comprimirter Luft wird der Druck im Herzen und im Aortensystem gegen die Norm erhöht, durch Exspiration in verdünnte Luft wird er dagegen abnorm herabgesetzt. Lassen wir also dauernd Inspiration comprimirter Luft mit Exspiration in verdünnte Luft abwechseln, so bewirken wir, dass der auf dem Herzen ruhende Druck in einem fort zwischen zwei Extremen alternirt. Wir bürden demnach dem Herzen, wie ich glaubte, eine abnorme Arbeit, mindestens eine bedeutende Anstrengung auf und stören ausserdem die Circulationsverhältnisse des Blutes, da ja auch diese mit der zwischen zwei Extremen pendelnden Herzbewegung in jeder Minute mehrmals — so oft als geathmet wird — zwischen zwei Extremen sich ändern müssen. Wir heben hiermit jenen grossen Vortheil auf, der, wie ich gezeigt habe, hervortritt, wenn man nur die Inspiration oder die Exspiration, jede für sich allein, benutzt, nämlich den Vortheil, dass, wenn man comprimirte Luft inspirirt, auch bei der darauf folgenden Exspiration in die gewöhnliche Atmosphäre die gleiche Druckwirkung auf das Herz fortdauert, ebenso in ähnlicher Weise bei der Inspiration verdünnter Luft oder bei der Exspiration in verdünnte Luft.

Ausserdem schien mir auch die Leistung, die man durch das combinirte Verfahren den Lungen aufbürdet, eine zu eingreifende; denn man bewirkt, dass die Lungen dauernd zwischen zwei Extremen, einer übermässigen Ausdehnung bei der Inspiration und einer unmittelbar darauf folgenden abnormen Retraction bei der Ausathmung sich bewegen.

Diese meine Befürchtungen, die ich der Empfehlung v. Cube's gegenüber aussprach, haben sich bei meinen später ausgeführten

Versuchen nicht bestätigt; eben so wenig aber auch die Voraussetzung, von der ich a priori ausging, dass durch das combinirte Verfahren die Lungenventilation in höherem Grade gesteigert werde, als durch die einfache Inspiration comprimirter Luft oder die Exspiration in verdünnte Luft, jede für sich allein.

Ich benutzte zu meinen Beobachtungen eine Verbindung zweier meiner Apparate, wie oben beschrieben (p. 211).

Zunächst versuchte ich das combinirte Verfahren bei Kranken, welche an Emphysem und Bronchitis litten, und bei denen ich sowohl die Inspirationen comprimirter Luft als auch die Exspirationen in verdünnte Luft für indicirt hielt. Dieselben hatten grösstentheils bereits zuvor beides gebraucht, aber in der Weise, wie ich es früher beschrieben, nämlich nicht alternirend, sondern jedes gesondert für sich und durch eine Pause von einander getrennt.

Zu meiner Ueberraschung erfuhr ich, dass die Anstrengung, welche das combinirte Verfahren verursachte, von keinem Patienten stärker empfunden wurde, als wenn er comprimirte oder verdünnte Luft für sich allein gebrauchte; ja von vielen wurde sogar eine geringere Anstrengung behauptet. Auch der Puls zeigte nicht die Schwankungen, die ich erwartete.

Ich füge gleich hinzu, dass auch die Erleichterung, welche die Kranken bei dem combinirten Verfahren spürten, geringer war als zuvor, während sie die comprimirte und die verdünnte Luft gesondert benutzt hatten. Die meisten kehrten deshalb, theils mit theils ohne oder selbst gegen meine Einwilligung, früher oder später wieder zum früheren Verfahren zurück, und ich selbst hatte so sehr die Ueberzeugung einer geringeren Wirksamkeit gewonnen, dass ich nach wochenlangen therapeutischen Versuchen die Fortsetzung derselben aufgab.

Die Ursache, weshalb die ursprünglichen Erwartungen in jeder Richtung getäuscht wurden, fand ich sehr bald, als ich Experimente mit dem combinirten Verfahren an Gesunden unternahm.

Folgender Gedankengang führte zum Ziele: Gesetzt, ein gesunder Mann mit beispielsweise 4000 Ccm. vitaler Lungencapacität athmet bei Inspiration comprimirter Luft 5000 Ccm. in seine Lungen ein und eben so viel bei der Exspiration in verdünnte Luft aus, so müsste er bei dem combinirten Verfahren 6000 Ccm. bei jeder Inspiration ein- und bei jeder Exspiration ausathmen. Bei der ersten Inspiration comprimirter Luft nämlich athmet er 1000 Ccm.

mehr ein als in der Norm, und um dieses Volumen erweitert sich der Thorax nach aussen über die gewöhnliche tiefe Inspirationsstellung hinaus. Ebenso athmet er bei der Exspiration 1000 Ccm. über die Norm aus, welche der Residualluft entzogen werden. Wird nun die Inspiration comprimirter mit der Exspiration in verdünnte Luft combinirt, so werden zunächst die 5000 Ccm., welche ursprünglich über die Exspirationsstellung hinaus inspirirt wurden, ausgeathmet, und nun müssen noch weitere 1000 Ccm. von der Residualluft entzogen werden, also im ganzen müssen 6000 Ccm. exspirirt werden. Bei der nunmehr darauf folgenden Inspiration müssen hinwiederum diese 6000 Ccm. Luft eingeathmet, sodann wieder exspirirt werden, und so fort.

Das Experiment lehrte in schlagender Weise, dass diese Annahme in Wirklichkeit nicht zutrifft.

Ein gesunder kräftiger Mann mit 4000 Ccm. vitaler Lungencapacität wurde wiederholentlich zum Experiment nach dieser Richtung hin benutzt. Es wurde eine Luftverdichtung und Luftverdünnung von $^1/_{40}$ Atmosphärendruck angewendet.

Liess ich ihn nach tiefer Exspiration die comprimirte Luft inspiriren, so nahm er 5400 Ccm. Luft in seine Lungen auf, also 1400 Ccm. über seine Vitalcapacität. Liess ich ihn nach einer Pause in der freien Luft tief inspiriren und unmittelbar darauf in verdünnte Luft ausathmen, so betrug das ausgeathmete Luftquantum gleichfalls 5400 Ccm.; die verdünnte Luft entzog demnach der Residualluft 1400 Ccm. und retrahirte um dieses Volumen die Lungen.

Nunmehr wurden beide Verfahren mit einander combinirt: zuerst wurde die comprimirte Luft inspirirt und unmittelbar darauf in die verdünnte Luft exspirirt. War die Voraussetzung richtig, so müssten jetzt nicht 5400, sondern 6800 Ccm. Luft exspirirt werden. Diese Consequenz traf nicht ein. Vielmehr vermochte der Mann auch jetzt für gewöhnlich nicht mehr als 5400 Ccm. Luft zu exspiriren, und nur bei äusserster Anstrengung gelang es ihm ein einziges Mal bis nahe zu 6000 Ccm. Luft zu exspiriren, also immer noch 800 Ccm. weniger, als der Voraussetzung entsprach.

Das gleiche geschah, wenn ich auf die Exspiration in verdünnte Luft eine Inspiration comprimirter Luft folgen liess. Hier gelang es niemals mehr als 5400 Ccm., also dasjenige Maximum, welches auch ohne die verdünnte Luft mit der comprimirten Luft für sich allein erreicht wurde, zu erzielen.

Beobachtete ich darauf die Patienten, welche das combinirte Verfahren benutzten, und bei welchen ich mit Fleiss jede Ueberanstrengung vermeiden lasse, so brachten sie ausnahmslos sowohl bei der Exspiration wie bei der Inspiration den Cylinder immer nur gerade um eben so viel in die Höhe resp. herunter, als wie sie es auch ohne die Combination beider Verfahren thaten.

Die Voraussetzung, von der ich ausgegangen war, traf also nicht zu; logisch richtig war sie unzweifelhaft construirt, es konnte das Nichteintreffen der Consequenz also nur von fehlerhaften Vorbedingungen abhängen. Als Vorbedingung war angenommen, dass bei dem combinirten Verfahren sowohl die comprimirte als die verdünnte Luft in vollkommen gleicher Weise wirkt, wie wenn jede gesondert angewendet wird. Es war vorausgesetzt, dass bei der Inspiration der comprimirten Luft der Thorax in dem gleichen Grade wie sonst ausgedehnt, bei der Exspiration in verdünnte Luft die Lunge eben so stark wie sonst retrahirt würde. Diese Voraussetzungen erwiesen sich, wie das Experiment lehrte, als falsch, und deshalb konnte auch nicht die erwartete Consequenz eintreten.

Meine Versuche demonstriren, auf das schlagendste, dass beim combinirten Verfahren eben nicht die volle Wirkung der comprimirten und verdünnten Luft auftritt.

Hat jemand comprimirte Luft tief inspirirt, und athmet er unmittelbar darauf in verdünnte Luft aus, so retrahirt sich eben nicht die Lunge so weit, als wie sie es ohne die vorhergegangene Inspiration comprimirter Luft gethan hätte, und vice versa erweitert sich bei der auf die Exspiration in verdünnte Luft folgenden Inspiration comprimirter Luft der Thorax nicht in dem Grade, als wie es ohne die Combination der Fall gewesen wäre. Daher die zu kleinen Zahlen, die wir beim Experiment gefunden.

Die Erklärung ist sehr einfach. Hat jemand comprimirte Luft inspirirt und beispielsweise 1400 Ccm. mehr Luft als seine vitale Lungencapacität, die in diesem Falle 4000 Ccm. beträgt, in seine Lungen aufgenommen, so wird, falls nun unmittelbar darauf eine Exspiration in verdünnte Luft folgt, zunächst die comprimirte Luft sich expandiren, es wird durch den Gegensatz der Luftcompression in den Lungen und der Luftverdünnung im pneumatischen Apparat zuerst gleichsam eine Compensation der Druckwirkung eintreten, so lange, bis zuletzt die Wirkung der verdünnten Luft überwiegt. Nun dauert die Exspiration nur eine gewisse Zeit, über

welche hinaus sie kaum mit der äussersten Anstrengung angehalten werden kann. Ist die betreffende Versuchsperson im Stande, die Exspiration so lange auszuhalten, bis die Wirkung der verdünnten Luft beginnt, so kann ihr noch ein Theil der Residualluft entzogen werden (in dem oben genannten Experiment betrug dies bei äusserster Anstrengung nur 600 Ccm., während sonst 1400 Ccm. ohne Anstrengung in die verdünnte Luft ausgeathmet wurden). Ist sie dies nicht im Stande, so kommt die verdünnte Luft überhaupt nicht zur Wirkung. Es ist nämlich zu erwägen, dass das Ausströmen der Luft aus den Luftwegen und durch den Schlauch des Apparats eine gewisse Zeit erfordert, und ist vorher comprimirte Luft eingeathmet, so muss ein gewisser Ueberschuss an Luft (im obigen Falle 1400 Ccm.) mehr in den Apparat einströmen, ehe die gewöhnliche Exspirationsstellung erreicht wird.

Ist es schon für gesunde Menschen ausserordentlich anstrengend, die Exspiration so lange anzuhalten, dass beim combinirten Verfahren die verdünnte Luft zur Wirkung komme; um wie vielmehr ist dies bei Kranken der Fall! Bei ihnen soll jede Anstrengung vermieden werden; sie halten ihren Athem deshalb gar nicht so lange an, bis die verdünnte Luft in die Lage kommt, den Residualraum zu verkleinern.

Für die Inspiration gilt das gleiche wie für die Exspiration. Wahrscheinlich vertheilt sich bei der Anwendung des combinirten Verfahrens die Wirkung und die Wirkungslosigkeit sowohl auf die Inspiration wie auf die Exspiration. Weder die eine noch die andere kommt voll zur Wirkung; die verdünnte Luft compensirt die Wirkung der verdichteten und umgekehrt.

Hieraus erklärt sich nun sehr einfach, dass weder meine Befürchtungen noch die Hoffnungen, die an das combinirte Verfahren geknüpft wurden, sich realisirten. Dasselbe strengt weder die Lungen noch das Herz an — falls nicht die Ein- und Ausathmungszeit in unzulässiger Weise pronlongirt wird; aber auch die Wirkungen sind bei weitem geringer als die der einfachen Methoden, die Lungenventilation wird durch das Verfahren nicht vermehrt.

Ein eifriger Verfechter des combinirten Verfahrens ist v. Cube. Derselbe rühmt, es therapeutisch mit grossem Nutzen angewandt zu haben. Auch behauptet er, Erfolge damit erzielt zu haben in Fällen, in welchen die einfachen Methoden im Stiche liessen.

Ich kann diesen Thatsachen nicht widersprechen, wenn ich

auch selbst zu entgegengesetzten Erfahrungen gelangt bin. Vielleicht wirkte das einfache Verfahren in den betreffenden Fällen v. Cube's zu stark und wurde durch das combinirte gemildert? In diesem Falle wäre aber vielleicht auch ein Herabgehen in der Druckwirkung der einfachen Methode von Nutzen gewesen.

Die Frage muss vorläufig dahin gestellt bleiben. Jedenfalls ist sie noch nicht vollständig gelöst, und weitere Untersuchungen werden vielleicht mein abfälliges Urtheil mildern können.

Ein Moment kommt besonders in Betracht, durch welches die Resultate wahrscheinlich wesentlich modificirt werden dürften:

Wir sehen nämlich, dass die Wirkungen der comprimirten und der verdünnten Luft hauptsächlich nur deswegen nicht zur vollen Entfaltung kommen, weil die Zeit, während welcher die Luft aus den Lungen in den Apparat ausströmt, im Verhältniss zur Exspirationsdauer zu lang ist. Diese Zeit liesse sich dadurch abkürzen, dass man die Oeffnung des Hahns, die Weite des zuführenden Schlauchs und vielleicht auch das Lumen des Rohrs am Apparat, woran der Schlauch befestigt ist, vergrössert. Auf diese Weise würde sowohl die comprimirte Luft schneller zu- und die Exspirationsluft schneller abfliessen. Durch eine solche Vorrichtung würde auch bei den einfachen Verfahrungsweisen die Wirkung verstärkt (ich wünschte diese Verstärkung nicht und vermied deshalb eine Erweiterung der Lumina), und sie würde dann um so eher auch bei dem combinirten Verfahren hervortreten.

Lassen sich aber in Wirklichkeit auf diese Weise die Vortheile erzielen, welche aus einer Combination der Wirkung der comprimirten und der verdünnten Luft hervorgehen, so müssen auch die Nachtheile auftreten, welche ich eingangs dieses Kapitels beschrieben, und die Befürchtungen sind dann wiederum am Platze, welche mich ursprünglich von Versuchen abgeschreckt hatten.

Der pneumatische Panzer und die pneumatische Wanne von Hauke.

Neuere Erfindungen Hauke's sind der pneumatische Panzer und die pneumatische Wanne, welche hauptsächlich in der Kinderpraxis zur Verwendung kommen sollen, da hier die Anwendung des pneumatischen Apparats auf Hindernisse stösst. Die Idee, von

welcher Hauke ausging, war darauf gerichtet, durch Zug auf die äussere Oberfläche des Thorax eine analoge Wirkung wie durch den Druck der comprimirten Luft auf die innere Oberfläche der Lungen zu erzielen.

Er verwendete zuerst „einen Panzer aus dünnem Eisenblech, der an seiner Umrandung mit luftgefüllten Kautschukwülsten versehen war und mit seiner weiten Wölbung nur die beweglichen Partien der Brust umschloss, so dass die Schultergegenden und die Wirbelsäule mit den ihr zunächst gelegenen Partien frei blieben.“ Dieser Panzer lässt sich leicht anlegen und schliesst gut luftdicht, indem der äussere Atmosphärendruck, sobald die Luft im Innern des Panzers mittelst eines pneumatischen Apparats verdünnt wird, den Randwulst an die Contouren des Körpers andrückt. Hierdurch wird aber zugleich ein mehr oder weniger starker Druck auf die dem Randwulst anliegenden Thoraxpartien ausgeübt, welcher namentlich bei continuirlicher Luftverdünnung belästigend wirkt. Hauke liess deshalb noch einen anderen, den Thorax ringsum vollständig umschliessenden „Panzer aus Rohrgeflecht anfertigen und legte darüber ein Hemd aus luftdichtem Stoff an, welches am Halse, so wie an den Oberarmen und um den Bauch durch elastisches Anliegen anschloss.“ Der Druck dieses Panzers ist geringer und weniger belästigend. Hauke empfiehlt deshalb diesen letzteren Panzer für diejenigen Fälle, in welchen man eine continuirliche Luftverdünnung anwenden, dagegen sei der erste Panzer (die „Maskenform“) ausreichend, wo man eine discontinuirliche Luftverdünnung benutzen will.

Den Panzer, welcher sich bei ungeduldigen Kranken nicht leicht anlegen lässt, erweiterte Hauke später zur pneumatischen Wanne. Dieselbe besteht aus einer Wanne, welche mit einem Deckel, der eine dem Halsausschnitt entsprechende Oeffnung besitzt, luftdicht verschliessbar ist. Das Kind wird in die Wanne gelegt, dieselbe sodann mit dem Deckel verschlossen, so dass der Kopf mit dem Halse aus der Oeffnung hervorsieht. Sodann wird über den Kopf des Kindes eine Kaputze gelegt, welche „eine Gesichtsöffnung mit elastischem, an die Contour des Kopfes anschliessendem Rande hat, und deren Saum mittelst eines elastischen Gurtes an den steilen Rand der Wannenöffnung fest angedrückt wird.“ Die obere Wand der Wanne besitzt eine durch einen Doppelweghahn verschliessbare Oeffnung, welche mittels eines Schlauches mit dem pneumatischen Apparat in Verbindung gesetzt wird. Durch Communication mit demselben kann die Luft in der Wanne nach Belieben verdünnt werden; wogegen bei Einstellung des Hahns in Communication mit der äusseren Atmosphäre wieder der normale Druck sich herstellt.

Hauke benutzte zur Luftverdünnung seinen oben (p. 225) erwähnten neuen pneumatischen Apparat. Auch andere grosse Apparate, besonders der meinige, sind in gleicher Weise zu benutzen.

Therapeutische Versuche hat Hauke, wie es scheint, mit dem Panzer nur sehr spärliche, und mit der Wanne auch nur in beschränkter Zahl angestellt. Nach seinen physiologischen Experi-

menten und theoretischen Deductionen empfiehlt er ursprünglich eine doppelte Anwendungsweise: 1) eine continuirliche Luftverdünnung, um gleichsam eine dauernde Saugwirkung auf die Thoraxoberfläche auszuüben und dadurch den Thorax mechanisch auszudehnen — eine Indication, die bei der Lungenatelectase, zumal bei der Asphyxie Neugeborener und namentlich bei rachitisch verkrümmter Brust im Kindesalter zur Geltung kommt; 2) eine discontinuirliche, mit der Inspiration congruirende Luftverdünnung, abwechselnd mit gewöhnlichem Atmosphärendruck bei der Exspiration, ein Verfahren, welches zur Erleichterung der Inspiration in Fällen rein inspiratorischer Insufficienz dienen soll. Nun ist aber die Respiration im Kindesalter eine so schnelle, und bei den kranken, durch die Procedur zudem aufgeregten Kindern eine so unregelmässige, dass man in praxi die letztere Methode eben so wenig zur Ausführung bringen kann wie die Athmung am pneumatischen Apparat. Hauke scheint deshalb in Folge dieser Schwierigkeiten von der zweiten Methode gänzlich zurückgekommen zu sein und wendet nur noch die durch mehrere Athemzüge andauernde continuirliche Luftverdünnung an, welche er nach etwa $^1/_2$—1 Minute unterbricht, um wieder mit dem gewöhnlichen Atmosphärendruck abzuwechseln.

Würde man den Panzer oder die Wanne derart anwenden, dass mit jeder Inspiration verdünnte Luft, mit jeder Exspiration gewöhnliche atmosphärische Luft auf dem Thorax lastet, so wäre die Wirkung dieses Verfahrens analog dem der Einathmung comprimirter Luft; denn was diese von innen heraus bewirkt, nämlich die Ausdehnung des Thorax, bewirkt die verdünnte Luft an der Thoraxoberfläche durch Aspiration von aussen. Freilich vollkommen würden sich auch hier die Wirkungen nicht decken, weil die Wirkung, welche die Einathmung comprimirter Luft direct auf das Zwerchfell ausübt, bei Anwendung der pneumatischen Wanne und ganz besonders des Panzers zum grössten Theile verloren geht. Hierdurch würde immerhin das neue Verfahren gegen den pneumatischen Apparat zurückstehen.

Vollends verändert wird die Wirkung dadurch, dass der Zug der verdünnten Luft auf den Thorax keine den Athemphasen entsprechende discontinuirliche ist, sondern sowohl während der Inspiration wie auch während der Exspiration andauert. Indem hierdurch zwar die Inspiration wesentlich erleichtert, wird die Exspi-

ration in gleichem Verhältniss erschwert, und der Kranke ist gezwungen, die mittlere Stellung seiner Lungen der tiefen Inspirationsstellung angenähert zu erhalten. So fand denn auch Hauke bei Versuchen an sich selbst, dass dies nicht lange ertragen wird, indem bald das Bedürfniss nach einer ungehinderten tiefen Exspiration eintritt. Daher muss auch die Wirkung der verdünnten Luft noch je $^1/_2$—1 Minute unterbrochen werden.

Dennoch möchte ich keineswegs von der Prüfung des Verfahrens, zu der es mir selbst leider bisher an Zeit gebrach, abschrecken. Im Gegentheil möchte ich dazu anregen, die physiologischen und therapeutischen Wirkungen desselben weiterhin eingehend zu erforschen. Die Methode soll ja hauptächlich in denjenigen Fällen zur Ausübung kommen, in denen es sich um ganz kleine Kinder handelt, die der gewöhnlichen pneumatischen Methode unzugänglich sind — und gerade hier muss man für alle neu sich darbietenden Hülfsmittel dankbar sein.

Besonders ist es der Croup, für welchen Hauke in seinem neuen Verfahren Hülfe schaffen wollte. Die bisher von ihm mitgetheilten Krankheitsfälle sind zwar nicht gerade besonders aufmunternd, aber doch immerhin beachtenswerth. Von fünf Fällen endeten 4 letal. Aber selbst in den letalen Fällen schien doch eine Erleichterung der Athmung in der pneumatischen Wanne einzutreten, was immer schon von Bedeutung ist, und in einem Falle von reinem, nicht diphtheritischem Croup trat Genesung ein — ob propter hoc oder post hoc? ist freilich die Frage.

Die Anwendung der pneumatischen Wanne erwies sich Hauke ferner als nützlich in einigen Fällen von Lungeninfiltration, namentlich „in zwei Fällen von Pneumonie mit zögernder Lösung augenscheinlich, wo das Allgemeinbefinden sich rasch besserte und die localen Befunde unter physicalischen Zeichen zurückgingen, welche die Einwirkung dieses mechanischen Verfahrens ausser Zweifel stellten.“ Die Empfehlung des Verfahrens bei der Asphyxie Neugeborener ist bereits erwähnt. Der Panzer kann auch nach Hauke zur Ausdehnung circumscripter eingefallener oder deformer Thoraxpartien als zweckmässiges orthopädisches Instrument benutzt werden.

Sehr bemerkenswerth ist ein so eben veröffentlichter Fall von Kaulich (Prager Med. Wochenschr. 2. 1880). Derselbe betrifft ein 4jähriges sehr heruntergekommenes Kind mit rhachitischer Verbildung des Thorax und doppelseitiger chronischer Pneumonie, welches $^1/_4$ Jahr hindurch mittelst der pneu-

matischen Wanne behandelt wurde. Obgleich der Fall anfänglich sehr verzweifelt zu sein schien, wurde doch ein wahrhaft glänzendes Resultat erzielt, darin bestehend, dass „die Festigung des Skelets die erwünschte Grösse erlangte, die Thoraxverkrümmung theilweise zum Ausgleiche kam, die secundäre Lungenaffection rückgängig wurde, und das Körpergewicht um 1000 Grm. zunahm, während gleichzeitig das subjective Befinden und die Muskelkraft der Kranken nichts zu wünschen übrig liessen."

Noch einmal! Ich halte das Verfahren durchaus einer eingehenden Prüfung werth. Dasselbe lässt sich sogar über Hauke's Vorschläge hinaus noch wesentlich erweitern: So glaube ich, dass man durch Anwendung der comprimirten Luft innerhalb des pneumatischen Panzers während der Exspiration diese erleichtern und hiermit bei Emphysem ähnlich, aber dabei doch entschieden milder wirken würde, wie durch das Gerhardt'sche Verfahren. Die Application der comprimirten Luft auf die äussere Thoraxoberfläche während der Exspiration muss analog der Exspiration in verdünnte Luft wirken. — Ferner würde eine Combination der äusseren Application comprimirter Luft mit der Inspiration comprimirter Luft einen intensiven Effect auf die Entlastung der Lungen und des Herzens von Blut ausüben, wie bereits oben bei der Umschnürung des Thorax erörtert ist. Auf weitere noch mögliche Combinationen einzugehen, verzichte ich.

Therapeutische Beobachtungen.

Nachdem ich die allgemeinen Wirkungen der verschiedenen pneumatischen Heilverfahren in extenso dargelegt und die sich aus ihnen ergebenden Indicationen erörtert, bleibt mir nur noch übrig auseinanderzusetzen, ob und in wie weit die Heilmethoden sich in speciellen Krankheitsfällen bewährt haben, und wo die Grenzen ihrer Wirksamkeit zu suchen sind.

Ich habe bis jetzt im ganzen ca. 1450 Kranke mit dem pneumatischen Apparate behandelt, von denen gegen 500 an Emphysem, grösstentheils in Verbindung entweder mit Bronchitis oder mit Asthma, etwa 700 an chronischen Pneumonien und ausgebildeter Lungenschwindsucht, 95 an Herzkrankheiten, 72 an den Residuen von Pleuritis oder Empyem, die übrigen an verschiedenen anderen Affectionen — Anlage zur Phthisis, Bronchitis, Stenose des Larynx und der Trachea, Chlorose u. a. — litten.

Es würde vielleicht den Eindruck der Exactität machen, wenn ich in Zahlen ausdrücken könnte: von den obigen Fällen sind so viel geheilt, so viel gebessert, die übrigen ungebessert geblieben. Solche Zahlen anzugeben verzichte ich, weil ich es für unmöglich halte, eine relativ grosse Zahl von chronischen Krankheitsfällen in tadelloser Weise in die genannten Categorien einzuordnen, ohne entweder hier und da den Thatsachen Zwang anzuthun, oder auch sonst eine verkehrte Anschauung und Deutung zu erwecken. Solche Rubricirungen sind nach meinem Erachten stets werthlos, wenn man nicht zugleich unternimmt, jeden einzelnen Fall speciell, wenn auch nur kurz, zu referiren, um den Leser in den Stand zu setzen, selbst eine Entscheidung unabhängig vom Autor zu treffen. Bei grossen Beobachtungsreihen ist eine Aufführung jedes einzelnen Falles unmöglich, und deshalb glaube ich, ist es besser, man verzichte auf die Zahlen und errege nicht den Schein der Exactität, welche in Wirklichkeit doch nicht vorhanden ist. Schon die Ungewissheit, ob in denjenigen Fällen, die man später aus den Augen verliert, — und diese bilden die grössere Anzahl — wenn man sie bereits geheilt glaubt, nicht dennoch über kurz oder lang eine Recidive eingetreten ist, trübt die Entscheidung, ob man die betreffenden Fälle geheilt oder gebessert nennen solle. Dazu kommt eine ziemlich grosse Reihe von Patienten, welche die Cur viel zu früh unterbrechen, als dass das Resultat ein irgend wie massgebendes sein könnte: sie rangiren unter den gebesserten oder ungeheilten, während sie bei längerer Behandlung vielleicht vollkommen hergestellt worden wären. Wiederum bei anderen wird man überhaupt im Zweifel sein, unter welche Kategorie man sie einordnen solle; denn sie können in mancher Beziehung sich wesentlich gebessert haben, wogegen andere Krankheitssymptome unverändert geblieben oder selbst verschlimmert sind: der eine Arzt würde sie unter die gebesserten, der andere vielleicht selbst unter die verschlimmerten stellen.

Diese Gründe scheinen mir triftig genug, um auf die Zahlenangaben im allgemeinen zu verzichten.

Ich werde mich damit begnügen, die Resultate mitzutheilen, welche mit einer gewissen Constanz auftreten, und in betreff des Endergebnisses werde ich namentlich solche Kranke in's Auge fassen, welche genügend lange unter meiner Beobachtung blieben, um eine richtige Beurtheilung zu gestatten. Ausserdem werde ich

mich bemühen, auch die ungünstigen Resultate überall hervorzuheben, um von vorn herein einem übereilten Enthusiasmus vorzubeugen, der, wenn er später sich nicht erfüllt, leicht in sein Gegentheil umschlagen könnte.

Die Casuistik will ich in möglichst knapper Form ausführen; denn ich habe seit lange die Ueberzeugung gewonnen, dass je ausführlicher eine Krankengeschichte ist, um so weniger Aussicht hat sie gelesen zu werden, um so mehr verfehlt sie also ihren Zweck.

Vorstehende Bemerkungen standen bereits genau mit dem gleichen Wortlaut in der ersten Auflage dieses Werkes. Dennoch hat ein Autor aus meinen Mittheilungen eine Statistik der von mir erzielten Erfolge resp. Nichterfolge zu ziehen gewagt, eine Statistik, die ich selbst zu machen mir nicht gestattete, obgleich nur mir allein mein Material vollständig zu Gebote steht. Dies konnte nur geschehen durch directe Fälschung meiner Mittheilungen, indem die von mir ausführlich berichteten Krankheitsfälle — die doch nur eine Auswahl aus meinem Beobachtungsmaterial und zwar nicht bloss der günstig verlaufenen, sondern auch der erfolglos behandelten Fälle darstellen — als die einzigen von mir behandelten, und dazu noch unter Verschweigen der wichtigsten Facta in betreff der erzielten Erfolge, hingestellt wurden. Andere gaben sich dazu her, diese Fälschungen weiter zu verbreiten. Wiederum eine Probe, mit welchen Mitteln die Gegner der neuen pneumatischen Therapie gegen dieselbe ankämpfen! Ihnen gegenüber ist meine fernere Aufgabe: Schweigen.

Emphysem. Bronchitis. Asthma.

In betreff der Pathogenese und der Diagnostik des Emphysems so wie über die allgemeine Wirkung der verdünnten und verdichteten Luft bei Emphysem und Bronchitis verweise ich, um Wiederholungen zu vermeiden, auf das früher bereits ausführlich erörterte[1]). Hier will ich nur im speciellen die therapeutischen Resultate darlegen, welche ich erhielt, und die Heilmethoden, welche ich in Anwendung zog.

Bei reinem Emphysem, wenn zur Zeit weder Bronchitis damit combinirt, noch ein asthmatischer Anfall gerade vorhanden war, liess ich grösstentheils nur die Exspirationen in verdünnte Luft gebrauchen. Eine Ausnahme hiervon machten nur die hochgradigsten Fälle von Emphysem, in welchen nicht nur die Exspiration insufficient war, sondern auch die Inspiration erheblich gelitten hatte. In diesen Fällen combinirte ich die Exspiration in verdünnte

1) Vergl. namentlich 48, 77, 128, 242, 254, 365.

Luft mit der Inspiration comprimirter Luft, derart dass ich meist zuerst mehrere Cylinder condensirter Luft einathmen und sodann nach einer Pause von 10—15 Minuten in verdünnte Luft gleichfalls mehrere Cylinderfüllungen ausathmen liess. Bestand zur Zeit ein gewisser Grad von Dyspnoë, so liess ich zum Schluss noch einmal einen Cylinder comprimirte Luft einathmen; denn diese letztere wirkt stets als directes, dem Kranken wohlthuendes Antidyspnoicum, ohne irgend welche Anstrengung zu verursachen, wogegen die Ausathmung in verdünnte Luft auch bei insufficienter Exspiration meist die Empfindung einer gewissen Anstrengung erweckt und bei hochgradiger Dyspnoë kaum ausführbar ist.

Bestand neben dem Emphysem gleichzeitig Bronchitis, so verband ich grösstentheils die Inspirationen comprimirter Luft mit den Exspirationen in rareficirte Luft in derselben Weise, wie eben beschrieben. Nur bei sehr heftiger Bronchitis mit starker Dyspnoë verzichtete ich zeitweise auf die Exspirationen in verdünnte Luft ganz, weil diese den Husten steigerten, und begnügte mich so lange mit der condensirten Luft für sich allein, bis der Catarrh gemildert, wieder die Behandlung des Emphysems mittels der verdünnten Luft zuliess. Nur wenn die das Emphysem begleitende Bronchitis einen sehr geringen Grad erreichte, liess ich allein die Exspirationen in verdünnte Luft ausführen und verzichtete auf die comprimirte.

Bestand Bronchitis für sich allein ohne nachweisbares Emphysem, so liess ich gewöhnlich anfänglich allein oder wenigstens vorwiegend die comprimirte Luft gebrauchen und nur, wenn das Pneumatometer eine merkliche Exspirationsinsufficienz anzeigte, verband ich damit auch Exspirationen in verdünnte Luft.

Was endlich das Asthma betrifft, so bestand in den weitaus meisten Fällen, welche ich beobachtete, gleichzeitig Emphysem und zwar oft sehr hochgradiges. Ich liess deshalb in den freien Intervallen des Asthmas Exspirationen in verdünnte Luft gebrauchen, verband aber fast ausnahmslos damit, wenn zugleich Bronchitis vorhanden, oder wenn das Pneumatometer nicht einen gesteigerten oder wenigstens relativ kräftigen Inspirationszug neben der exspiratorischen Insufficienz nachwies, auch Inspirationen comprimirter Luft in der oben angegebenen Weise. In den sehr wenigen Fällen, in welchen Emphysem überhaupt nicht vorhanden war, liess ich ausschliesslich comprimirte Luft gebrauchen.

Während der asthmatischen Anfälle ist, wenn die Kranken überhaupt noch den pneumatischen Apparat zu gebrauchen fähig sind, meist einzig und allein die comprimirte Luft anwendbar. Nur, wenn der Anfall sich bereits gemildert hatte, konnten einige meiner Patienten auch in verdünnte Luft exspiriren. Man sei indess vorsichtig mit der Empfehlung dieser letzteren Methode, so lange nicht ein erheblicher Nachlass des Anfalls eingetreten ist.

Was die Dauer einer jeden Sitzung, d. h. die Zahl der täglich zu verbrauchenden Cylinderfüllungen, so wie die anzuwendende Druck- resp. Zugkraft anlangt, so kann ich auf die oben (p. 190 ff.) bereits ausgesprochenen allgemeinen Grundsätze verweisen. Ich hebe hier nur noch einmal hervor, dass ich sowohl bei der Exspiration in verdünnte Luft wie bei der Inspiration condensirter am häufigsten $^1/_{60}$ Atmosphärendruck anwende und nur allmälig auf höchstens $^1/_{40}$ Atmosphärendruck steige. Je nachdem man mehr auf die Exspiration oder auf die Inspiration wirken will, wird man bald mehr den Zug der verdünnten Luft, bald den Druck der comprimirten Luft erhöhen. Bei starker Dyspnoë und hochgradiger Bronchitis empfiehlt sich oft eine erhöhte Compression, wogegen eine Verstärkung des Grades der Luftverdünnung zu vermeiden ist. Umgekehrt wird man bei erheblichem Emphysem mit geringem Catarrh und geringer momentaner Dyspnoë, namentlich wenn keine Inspirations-Insufficienz besteht, die Luftverdünnung steigern, dagegen die Luftcompression nicht über $^1/_{60}$ Atmosphärendruck erhöhen.

Ganz besonders zu beachten ist, dass in denjenigen Fällen von Emphysem, in welchen man auf den Gebrauch der rareficirten Luft aus den oben genannten Ursachen zum Schluss noch Inspirationen condensirter Luft folgen lässt, man diese letztere von möglichst geringem Drucke und nur kurze Zeit (1 Cylinderfüllung) anwende, um nicht die vorhergegangene Wirkung der verdünnten Luft auf die Retraction der Lungen zu paralysiren. Wo es irgend angeht, d. h. wenn keine Dyspnoë vorhanden oder ein asthmatischer Anfall zu fürchten ist, vermeide man lieber die Inspiration comprimirter Luft zum Schlusse ganz und lasse dafür lieber den Kranken längere Zeit ausruhen. Ich kann indess versichern, dass auch in den zahlreichen Fällen, in welchen ich die comprimirte Luft mit der angegebenen Vorsicht zum Schluss gebrauchen liess, keine Störung in der fortschreitenden Besserung des Emphysems nachweisbar war, ohne dass ich indess a priori bestreiten könnte,

dass möglicherweise, wenn die verdünnte Luft nur für sich allein gebraucht worden wäre, die Retraction der Lungen schneller von statten gegangen wäre.

Die Zahl der Cylinderfüllungen, die man für die verdünnte und die comprimirte Luft gebrauchen lässt, hängt gleichfalls von dem individuellen Zustand ab, dem entsprechend man bald mehr die Wirkung der einen Methode, bald die der anderen erhöhen will. Gewöhnlich beginne ich am ersten Tage mit 1—2 Cylinderfüllungen, sei es von der comprimirten oder von der verdünnten Luft, sei es von beiden, und steige sodann auf je 3—4, selten bis zu 5—6 täglich. Nur bei gerade vorhandener starker Dyspnoë habe ich häufig die Inspirationen comprimirter Luft bis zu 10—12 Cylindern täglich, gewöhnlich in 2—3 Sitzungen, gesteigert. Die verdünnte Luft habe ich fast niemals in dieser grossen Quantität benutzen lassen.

Ich gehe nunmehr zu den therapeutischen Erfolgen über, die ich beim Emphysem zu erzielen vermochte.

Wie ich bereits zeigte, sind zwar sowohl die Exspirationen in verdünnte Luft wie die Inspirationen comprimirter beim Emphysem nützlich, aber in ganz verschiedener Weise. Curativ, d. h. die Grundkrankheit bessernd oder heilend durch Retraction der ectatischen Lungen, wirken allein die ersteren; dagegen gewähren die letzteren einen symptomatischen, deshalb aber auch nur palliativen Nutzen dadurch, dass sie die vorhandene Dyspnoë mildern oder beseitigen und durch grössere Ausdehnung des Thorax und Kräftigung seiner Inspirationskraft dem Körper gleichsam energischere Waffen zur Bekämpfung einer etwa später wieder auftretenden Dyspnoë an die Hand geben [1]).

Der Nutzen beider Methoden bewährt sich denn auch in praxi, auf's vollkommenste der Theorie entsprechend.

Was zunächst die objectiven Symptome betrifft, so konnte ich in der weitaus grössten Zahl der Fälle unter dem Gebrauche der Exspirationen in verdünnte Luft durch die Percussion eine Retraction der früher über die Norm ausgedehnten Lungengrenzen feststellen. In leichteren Fällen, in welchen die untere Lungengrenze nur um die Breite eines Intercostalraums ausgedehnt war, konnte ich häufig schon nach 8—14 Tagen vollkommen normale

1) Vergl. oben S. 266 und 373.

Lungengrenzen constatiren. Aber auch in schwereren Fällen, in welchen die Lungen bis zum Rande der freien Rippen hinabreichten und das Herz vollständig überdeckten, konnte ich Schritt für Schritt ein allmäliges Zurückweichen der Lungengrenzen sowohl auf der rechten wie auf der linken Seite beobachten, und in einer nicht unerheblichen Zahl solcher Fälle konnte ich nach vier bis acht Wochen durch die Percussion keinerlei Abweichung von der Norm mehr nachweisen: die unteren Lungengrenzen waren bis zur 7. Rippe in der Mammillarlinie retrahirt, das Herz war nicht mehr von der Lunge überdeckt; wo die Leber oder auch das Herz durch die ectatischen Lungen herabgedrängt waren, fand ich sie am Schluss der Behandlung in ihre normale Lage wieder zurückgekehrt.

Selbst bei der Besichtigung der Thoraxwandungen liess sich in einigen Fällen eine restitutio ad integrum auf's eclatanteste constatiren. Ich beobachtete nämlich bei einer Reihe von Kindern im Alter von 8—15 Jahren, welche bereits viele Jahre hindurch von den heftigsten asthmatischen Anfällen geplagt wurden, eine eigenthümliche Deformität des Thorax, nämlich eine so erhebliche Prominenz des unteren Theils des Brustbeins, wie sie sonst nur bei der Kyphose vorzukommen pflegt, und zwar war die Prominenz regelmässig rechts stärker als links. Die kleinen Patienten konnten in der That als bucklig gelten, obgleich von einer Kyphose oder Scoliose nicht die Rede war. Offenbar war der Vorgang derart, dass das in der Entwicklung begriffene, noch nicht verknöcherte Sternum nebst den Rippenknorpeln und dem vordern Theil der Rippen einem häufigen forcirten Zuge der Inspirationsmuskeln während der asthmatischen Anfälle ausgesetzt gewesen war und demselben allmälig mehr und mehr nachgegeben hatte, wodurch schliesslich das Sternum dauernd prominent und der Thorax deform wurde. Die grössere Prominenz auf der rechten Seite erklärt sich dadurch, dass auf der linken Seite in der Gegend des Herzens ein weit geringeres Volumen nachgiebigen Lungenparenchyms vorhanden ist als rechts, so dass gleichsam das Herz die Thoraxwand vor dem allzu starken Zuge der Inspirationsmuskeln schützt. Seitdem ich auf diese Deformität aufmerksam geworden bin, habe ich sie wohl kaum je auch bei Erwachsenen vermisst, welche bereits in früher Jugend an langdauernder heftiger Dyspnoë, besonders Asthma, gelitten hatten, und ich war oft genug im Stande, aus dieser Art der Deformität nachträglich ein

schon im frühen Kindesalter erworbenes Emphysem zu diagnosticiren. Ich brauche kaum hinzuzufügen, dass diese seltene Deformität des Thorax wohl zu unterscheiden ist von der sehr häufig vorkommenden sogenannten Hühnerbrust, dem kielförmigen Thorax. Diese letztere ist eine Abart des paralytischen Thorax, die Brust ist flacher, schmaler und in jeder Richtung weniger geräumig als normal, wogegen die von mir beschriebene Deformität gerade umgekehrt dem ectatischen Thorax zuzurechnen ist.

Mehrere asthmatische Kinder mit so deformem Thorax waren in meiner Behandlung und gebrauchten die Exspiratonen in verdünnte Luft. Bei ihnen allen war hochgradiges Emphysem vorhanden. Unter der pneumatischen Behandlung war durch die Percussion eine fortschreitende Retraction der Lungengrenzen zu constatiren, und gleichzeitig verminderte sich sichtlich bei den meisten derselben die Prominenz am Sternum und die Deformität des Thorax.

Hand in Hand mit der percussorisch nachweisbaren Retraction der Lungengrenzen oder richtiger ihr vorausschreitend ging eine Besserung auch der übrigen Symptome. Die vitale Lungencapacität stieg beträchtlich, nicht selten um 1000 Ccm. und mehr innerhalb 1—3 Wochen, später noch höher, bis sie endlich einen Grad erreichte, über den sie nicht mehr hinausging. Oft genug sah ich eine tief gesunkene Capacität nicht nur bis zum Minimum der Norm anlangen, sondern zuweilen selbst das höchste Mass des Gesunden erreichen.

In gleicher Weise verhielt es sich mit den pneumatometrischen Werthen. Meist wurde sowohl die Inspirations- wie die Exspirationskraft gehoben, die letztere aber gewöhnlich in höherem Grade als erstere. Oft blieb zuletzt zwar keine absolute, aber doch eine relative Insufficienz der Exspiration zurück, derart dass diese letztere zwar gegen früher ausserordentlich gesteigert und auch gegen den Zustand der Gesundheit an und für sich nicht zu klein erschien, aber immer doch noch niedriger blieb als die weit über die Norm erhöhte Inspirationskraft. In anderen Fällen endlich wurde das normale Verhältniss auf's vollkommenste wieder hergestellt, so dass der Exspirationsdruck den Inspirationszug, selbst wenn dieser eine ziemliche Höhe erreichte, noch übertraf.

Höchst bemerkenswerth sind noch die Untersuchungen von Haenisch, welcher zu den bereits erörterten Thatsachen auch

durch stethographische Curven die Heilung des Emphysems ad oculos zu demonstriren vermochte.

Der Besserung der objectiven Symptome entspricht auch die der subjectiven. Die Dyspnoë, zuweilen selbst in der Ruhe permanent und stets mehr oder weniger hochgradig bei jeder geringen Anstrengung hervortretend, minderte sich und schwand endlich ganz. Häufig konnte ich diese subjective Erleichterung schon nach einer einzigen oder wenigen Sitzungen constatiren. Die Kranken hatten eine Empfindung des Wohlbehagens, die ihnen seit lange abhanden gekommen war; sie konnten sich schnell bewegen und Treppen steigen, ohne bei jedem Schritte an ihren Athem erinnert zu werden. Viele, die anfänglich die leider hohen Treppen meiner Wohnung nur von Stufe zu Stufe keuchend, auf jeder zum Ausruhen haltmachend, sich hinaufschleppten, suchten nach wenigen Wochen einen gewissen Stolz darin, sie in einem Zuge ohne Unterbrechung hinaufeilen zu können.

Mit der Besserung des Athmens hob sich das gesammte Allgemeinbefinden: Appetit und Schlaf kehrte zurück, das Aussehen wurde besser, die Kranken gewannen frischen Lebensmuth, indem sie das lang entbehrte Gefühl der Gesundheit wieder zurück erlangt hatten.

Hiermit habe ich den günstigsten Verlauf des Emphysems gezeichnet, und zwar des nicht complicirten Emphysems, wie es nach heftiger Bronchitis oder nach asthmatischen Anfällen zurückgeblieben oder nach aussergewöhnlichen Anstrengungen oder auf andere unbekannte Weise entstanden ist. (Das bei Lungenverdichtungen auftretende collaterale oder sogenannte vicariirende Emphysem ist von der Betrachtung ausgeschlossen, da ich dasselbe der mechanischen Therapie nicht zu unterwerfen versuchte.)

Ist das Emphysem zur Zeit noch mit Bronchitis combinirt, so bleibt die Wirkung der verdünnten Luft die nämliche, und die gleichzeitige Inspiration der comprimirten Luft wirkt der Bronchitis entgegen.

In vielen Fällen von Bronchitis, theils complicirt mit Emphysem, theils für sich allein, habe ich von der Einathmung der comprimirten Luft einen überraschend günstigen Erfolg gesehen, ähnwie ihn zuerst Sommerbrodt durch mehrere mitgetheilte Fälle glänzend illustrirte. Der lang bestandene und allen bisherigen Mitteln hartnäckig trotzende Catarrh wurde plötzlich unter dem

Einfluss der comprimirten Luft gemildert und schnell sistirt. Zunächst wurde die Expectoration erleichtert, der Husten verlor an Heftigkeit, raubte nicht mehr die Nachtruhe, wurde schliesslich immer geringfügiger und schwand endlich ganz, während die Auscultation von den früher jeden Athemzug begleitenden rasselnden, pfeifenden und schnurrenden Geräuschen allmälig immer weniger und endlich nichts mehr wahrzunehmen vermochte, schliesslich auch das verlängerte Exspirationsgeräusch sich mehr und mehr verlor.

Ich kann jedoch nicht behaupten, dass diese günstigen Fälle die Mehrheit bilden. Ich habe vielmehr eine ganze Reihe hartnäckiger schwerer Bronchitides beobachtet, die durch die comprimirte Luft entweder gar nicht oder nur sehr wenig gebessert wurden, und bei denen ich die übrige medicamentöse Therapie, namentlich die locale Behandlung mittelst Inhalationen, nicht entbehren konnte.

Ich bin überhaupt der Meinung, dass es fehlerhaft wäre, die mechanische Behandlungsmethode, wo sie indicirt ist, mit Ausschluss der sonst üblichen Therapie anwenden zu wollen; vielmehr wird man den vollkommensten Nutzen derselben gerade dann erreichen, wenn man sich der übrigen Hülfsmittel unseres Arzneischatzes nicht entschlägt. Zwar habe ich anfänglich die übrige Therapie bei vielen meiner Kranken möglichst bei Seite gesetzt, um experimentell zu prüfen, welchen Effect die pneumatische Methode für sich allein ausübt. Nun aber, da ihre Wirkungsweise mir sicher gestellt scheint, ist ein Verzicht auf die übrige Therapie zwecklos und deshalb nicht rathsam.

Um wieder auf die Bronchitis zurückzukommen, so habe ich gerade bei dieser Erkrankung den Eindruck gewonnen, dass die pneumatische Heilmethode für sich allein nicht im mindesten die Inhalationstherapie[1]) zu ersetzen oder zu verdrängen im Stande ist. Dagegen beide Methoden, gleichzeitig angewendet, unterstützen einander sehr wesentlich, und durch die Verbindung beider lassen sich oft Erfolge erzielen, wie sie durch jede für sich allein nicht zu erreichen sind.

---

1) Ich kann auf diesen Gegenstand hier unmöglich eingehen und muss auf mein früheres Werk verweisen: Die locale Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane. Lehrbuch der respiratorischen Therapie. Zweite Auflage. Berlin 1872. Georg Reimer.

Als Verbindung der pneumatischen Behandlung mit der Inhalationstherapie empfehle ich für gewöhnlich die zwar gleichzeitige, aber doch gesonderte Anwendung beider und nur in seltenen Fällen eine Combination mittels der Wulf'schen Flasche. Ich bin weit entfernt, über diese letztere Methode hiermit ein absprechendes Urtheil fällen zu wollen. Allein schon von vorn herein ist ersichtlich, dass sie die gewöhnliche Inhalationstherapie zu ersetzen nicht im Stande ist, schon aus dem einen Grunde, weil der Medicamentenschatz, über welchen sie verfügt, da er nur aus der Verflüchtigung zugänglichen Stoffen sich recrutirt, ein sehr beschränkter ist.

Unter den mittels der Wulf'schen Flasche anzuwendenden Medicamenten kommen hauptsächlich in Betracht: Terpenthinöl, Carbolsäure und nach Cron's Empfehlung Salmiak. Diese Mittel habe ich bereits in einer Reihe von Fällen in der oben p. 214 beschriebenen Weise angewendet, und zwar das Ol. Terebinthinae bei Emphysematikern, Salmiak in heissem Wasser (vergl. p. 216) bei heftiger Bronchitis, auch wohl eine Verbindung beider Medicamente bei Bronchitis mit Emphysem, endlich Carbolsäure bei Bronchitis mit reichlicher Absonderung, bei Bronchectasien, Bronchitis putrida und — ich nehme dies hier schon vorweg, um spätere Wiederholung zu vermeiden — bei Phthisis pulmonum. Andere Medicamente habe ich noch nicht versucht. Besonders verdient Jod — in Form der Jod-Jodkaliumlösung oder als Tinctura Jodi dem Wasser der Wulf'schen Flasche zugesetzt — bei Phthisis, und ganz besonders in denjenigen Eällen, wo Syphilis mit derselben combinirt ist, geprüft zu werden.

Mit dem Erfolge der combinirten Methode konnte ich bei einigen Kranken im ganzen zufrieden sein. In den meisten Fällen jedoch stand die Wirkung entschieden derjenigen nach, welche ich erzielte, sobald der pneumatische Apparat und die Inhalationen zerstäubter medicamentöser Flüssigkeiten in der seither üblichen Weise neben einander gebraucht wurden, meist derart, dass der Kranke zuerst [1]) am pneumatischen Apparat athmete und nach einer Pause von $^1/_4$ — $^1/_2$ Stunde die zerstäubte medicamentöse Flüssigkeit, je nach den Indicationen inhalirte, oder auch den pneumatischen Apparat Morgens, den Zerstäubungs-Apparat Abends (oder umgekehrt) gebrauchte.

Unter den von mir behandelten Personen fanden sich auch Aerzte, welche an sich die Wirkung der combinirten und der getrennten Methode mit einander verglichen, und die dann auch schliesslich dahin gelangten, der letzteren den Vorzug zu geben.

Das Terpenthinöl und die Carbolsäure aus der Wulf'schen Flasche zugleich mit der comprimirten Luft eingeathmet, wirken übrigens höchst intensiv, bei weitem intensiver als wenn sie in zerstäubten Flüssigkeiten inhalirt werden, und zwar deshalb, weil die comprimirte Luft die ihr innig beigemischten medicamentösen Dünste vollständig bis tief in die Alveolen hinein-

1) Die comprimirte Luft darf nicht nach den Inhalationen gebraucht werden, sondern muss ihnen vorangehen, weil durch die letzteren die Kranken meist etwas erhitzt werden, in welchem Zustand die Einathmung der comprimirten Luft schädlich sein könnte.

treibt, während bei der gewöhnlichen Inhalation zerstäubter Flüssigkeiten nur ein sehr kleiner Bruchtheil derselben bis in die Lungen gelangt, der grösste Theil sich in der Mundhöhle, dem Pharynx, dem Larynx und in der Trachea und den Bronchien niederschlägt. Man sei deshalb vorsichtig mit der Dosis. Man fange mit 2—3 Tropfen Ol. Terebinthinae, resp. in den geeigneten Fällen mit 3—5 Tropfen Solutio Acid. carbol. (1 : 5 Spiritus) in Wasser an und steige nur allmälig mit dem Ol. Terebinth. auf 3—5 Tropfen, mit der Carbollösung auf 5—10 Tropfen. Durch grössere Dosen habe ich zuweilen eine Stockung der Expectoration und vermehrte Dyspnoë beobachtet. Bei der gewöhnlichen Inhalation zerstäubter Flüssigkeiten sind weit grössere Dosen anzuwenden und werden gut ertragen. Ich kann, wie gesagt, hierauf nicht näher eingehen, sondern muss auf mein oben citirtes Werk verweisen.

Die Hartnäckigkeit der das Emphysem complicirenden Bronchitis bildet nicht selten ein störendes Moment für die Rückbildung des Emphysems. Wenn dieses letztere sich trotzdem nebst der Bronchitis bessert, so verhindert die Behandlung doch nicht immer (wenn sie dies überhaupt vermag, und zwar durch die Einwirkung der comprimirten Luft auf Beseitigung der Hyperämie) das Auftreten einer Recidive. Sobald aber die Bronchitis recidivirt und dabei zu einer gewissen Heftigkeit mit bedeutender Verengerung der kleinen Bronchien anschwillt, so ist durch die hierbei auftretende Dyspnoë wieder die Gelegenheit auch zu einer Recidive des Emphysems selbst gegeben. In der That beobachtete ich in vielen Fällen, welche bereits gebessert, oder vorübergehend selbst geheilt waren, durch Recidive oder Exacerbation der Bronchitis auch das Emphysem mit allen seinen Symptomen wieder auftreten, wenn auch meist in viel geringerem Grade als zuvor.

Es gelang mir auf diese Weise die Bestätigung der schon früher hauptsächlich von Biermer urgirten Anschauung, dass das Emphysem auf mechanischem Wege in Folge der Bronchitis zu stande kommt. Unter meinen Augen gleichsam sah ich ein bereits in der Rückbildung begriffenes Emphysem während einer heftigen, mit starker Dyspnoë verbundenen Bronchitis wieder zunehmen und auch nach dem Ablauf der Bronchitis so lange fortdauern, bis eine weitere mechanische Behandlung wiederum die Rückbildung bewirkte.

Das gleiche geschah während asthmatischer Anfälle. Auch hier zeigte sich die Wechselwirkung zwischen Emphysem und Asthma, indem durch das erstere nicht nur das letztere, der allgemeinen Annahme entsprechend, entweder bedingt oder gesteigert,

sondern auch umgekehrt der asthmatische Anfall die mechanische Ursache einer Production oder Steigerung des Emphysems wurde.

Ich komme numehr zu dem eigentlichen Asthma. Ich möchte zwei Formen desselben auseinanderhalten. Bei der einen besteht ausnahmslos während der typischen asthmatischen Anfälle und theilweise oder perpetuirlich auch während der Intervalle eine mehr oder weniger heftige Bronchitis mit Emphysem. Der asthmatische Anfall wird hier bedingt durch eine Exacerbation der Bronchitis, er dauert Tag und Nacht mit abwechselnder Heftigkeit gewöhnlich viele Tage, oft mit wenigen Unterbrechungen wochenlang an, um mit dem Nachlass der Bronchitis, d. h. mit der Vermehrung und leichteren Expectoration des Secrets wieder zu verschwinden. Diese Anfälle erscheinen am häufigsten im Herbst und Frühjahr und lassen sich oft auf eine bestimmte Erkältung zurückführen. In den Intervallen zwischen den einzelnen astmatischen Anfällen besteht der Husten meist gleichfalls fort, aber in geringerem Grade, oder verschwindet auch zeitweise ganz. Dagegen dauert auch in den Intervallen meistentheils ein geringerer oder grösserer Grad der Dyspnoë an, abhängig von der durch das Emphysem bedingten Exspirations-Insufficienz.

Von dieser Form, für die ich den alten Ausdruck Asthma bronchiale reserviren möchte, ist wesentlich verschieden eine zweite, rein nervöse Form des Asthma, das eigentliche Asthma nervosum. Bei diesem besteht in den Intervallen keine Spur von Bronchitis oder wenigstens nicht häufiger, als sie auch bei anderen gesunden Menschen auftreten kann; auch provocirt eine zufällig acquirirte, selbst heftige Bronchitis keineswegs nothwendig den asthmatischen Anfall. Dieser tritt typisch, unabhängig von dem Witterungswechsel der Jahreszeiten auf, bisweilen sogar im Sommer heftiger und häufiger als im Winter. In einer Reihe von Fällen, welche ich beobachtete, stellte er sich ausnahmslos ein, so oft die betreffende Person die Heimath verliess und ausserhalb derselben übernachtete. In anderen Fällen wieder erfuhr ich von Kranken, dass sie zu Hause regelmässig ihren Anfall hatten, ihn dagegen verloren oder seltener bekamen, so oft sie eine Reise unternahmen. Der Ort, wo sie zubrachten, war häufig ganz gleichgültig, durchaus nicht durch besondere Salubrität sich auszeichnend; in anderen Fällen waren es nur gewisse Orte, die aus unbekannter Ursache einen Schutz verliehen, andere nicht. Dergleichen Beob-

achtungen macht jeder Arzt, der viele Asthmatiker zu sehen Gelegenheit hat. Die Anfälle treten fast regelmässig in der Nacht, meist nach Mitternacht auf, dauern Stunden oder selbst mehrere Tage lang, gewöhnlich mit mehr oder weniger Nachlass am Tage. Husten und Auswurf ist während des Anfalls gewöhnlich nicht vorhanden; nur am Ende des Anfalls tritt in der Regel ein meist nicht heftiger Husten mit geringer Expectoration auf, wodurch Erleichterung eintritt. Dieser Husten überdauert den Anfall entweder gar nicht, oder nur einige Tage, selten Wochen. Die Anfälle treten bald in Intervallen von Monaten, bald von Wochen oder nur Tagen auf. Nicht selten erscheinen sie sogar allnächtlich, sind dann aber leichteren Grades, oft durch Räucherung mit Salpeterpapier vor dem Zubettegehen oder beim Beginn des Anfalls zu coupiren; zeitweise intercurriren heftige Anfälle zwischen den leichteren.

Dieses rein nervöse Asthma beruht, wie schon früher von vielen Autoren (z. B. Laënnec, Bergson, Salter u. a.) behauptet, aber erst in neuster Zeit durch Biermer auf's eclatanteste erwiesen ist, auf einem Krampf der Musculatur der kleinsten Bronchien. Weil es ein Krampf ist, so wird es auch von Narcoticis (Chloralhydrat, Chloroform-Inhalationen, Opium, subcutanen Morphium-Injectionen, Stramonium-Räucherungen; vielleicht gehören auch die Salpeter-Räucherungen[1]) hierher?) am directesten beeinflusst.

In den Intervallen des Asthma nervosum befinden sich die Patienten vollkommen gesund. Dieselben können sich auch ohne Athemnoth bewegen und zuweilen selbst körperlich anstrengen. Meistens werden sie jedoch beim Berg- und Treppensteigen leicht kurzathmig. Das Pneumatometer weist exspiratorische Insufficienz und gewöhnlich auch die Percussion Emphysem nach. Von dem Grade dieses letzteren hängt die Grösse der Dyspnoë ab. Das Emphysem ist entschieden in Folge der asthmatischen Anfälle, wie es von Biermer vortrefflich beschrieben ist, und wie ich bereits an einer früheren Stelle erörterte[2]), entstanden. Dennoch trägt umgekehrt das Emphysem, abgesehen dass von ihm allein die ex-

1) Vergl. Waldenburg: Die locale Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane etc. 2. Aufl. 1872. S. 667.

2) In Biermer's Deductionen fehlte zur Zeit noch ein Mittelglied zur Beweiskraft. Dieses habe ich selbst erst durch die Pneumatometrie gewonnen. Vergl. S. 48 ff.

spiratorische Insufficienz und die Neigung zur Dyspnoë während der anfallsfreien Zeit abhängt, wieder auf das entschiedenste dazu bei, die asthmatischen Anfälle zu verstärken und die Gefahr derselben zu erhöhen. Ich habe bereits oben ausführlich dargelegt, wie zur Bewältigung des asthmatischen Anfalls die Natur erhöhte Anstrengungen macht, die Inspiration zu steigern, da sie die Exspirationsinsufficienz zu heben nicht im Stande ist. Diese Anstrengungen werden um so wirksamer sein, je weiter die Inspirationsstellung der Lungen bei der gewöhnlichen flachen Athmung entfernt ist von der äussersten Inspirationsstellung, wie sie bei Aufbietung aller Muskelkraft zu ermöglichen ist. Nun befinden sich aber beim Emphysem Thorax und Lungen bereits in sehr vorgeschrittener Inspirationsstellung, so dass, je hochgradiger das Emphysem, um so geringer der Ausschlag wird, um welchen die forcirte Inspiration die Lungen noch weiter auszudehnen vermag. Je bedeutender das Emphysem, um so gefahrvoller wird deshalb der asthmatische Anfall, indem der Natur die Mittel zur Compensation des Asthma entrissen sind. Dies ist der Circulus vitiosus, in welchem Asthma und Emphysem zu einander stehen. Können wir dieses letztere beseitigen, so haben wir der Natur die ihr entrissenen Waffen zur Bekämpfung des ersteren wieder in die Hand gegeben.

Nun habe ich noch zu erwähnen, dass ich auch einige wenige Fälle von Asthma nervosum beobachtete, in welchen das Emphysem und auch die exspiratorische Insufficienz fehlte. Diese Fälle bilden die Ausnahme und erklären sich aus der Seltenheit und geringen Heftigkeit der Anfälle, welche bei ihnen auftreten.

Das Asthma bronchiale ist nicht immer so vollkommen vom Asthma nervosum unterschieden, wie es nach der obigen Beschreibung erscheinen könnte. Vielmehr giebt es entschieden Mischformen zwischen beiden, die ich Asthma bronchiale nervosum benennen möchte. Ich beobachtete nämlich nicht wenige Fälle, in welchen die Kranken, sei es dauernd, sei es zeitweise zugleich mit den Anfällen an Bronchitis litten, bei denen auch die Anfälle in einem unzweifelhaften Connex zur Bronchitis standen, und wo dennoch die asthmatischen Anfälle als auf Krampf beruhend aufgefasst werden mussten. Entweder hatten sie ursprünglich an reinem Asthma nervosum gelitten, zu dem sich später Bronchitis hinzugesellte, und diese letztere gab dann, wenn sie exacerbirte,

eine Gelegenheitsursache für das Zustandekommen des Bronchialkrampfs ab. Oder anfänglich bestand nur Asthma bronchiale, und später traten die krampfhaften Zustände, wahrscheinlich durch die bronchitische Schwellung der Schleimhaut veranlasst, hinzu. Hier lässt sich häufig im concreten Falle schwer oder gar nicht entscheiden, welches Moment das vorherrschende, der Krampf oder die Schleimhautschwellung?

Es ist ein leider sehr gangbarer Fehler, bei der Entscheidung einer Streitfrage, in dem Bestreben nach Consequenz sich einem Extrem zuzuneigen und sich dabei exclusiv gegen alles mit diesem nicht harmonirende zu verhalten. Man spitzt die Frage so zu, als ob nur „aut aut“ möglich wäre, und vergisst, dass auch „et et“ in dem Kreise des denkbaren liegt. Nicht wenig Unheil ist auf diese Weise durch die falsche Fragestellung und die darauf erfolgende formell consequente Antwort in der Wissenschaft angerichtet worden. Um auf unseren Gegenstand zurückzukommen, warum soll in allen Fällen nur ein Bronchialkrampf oder umgekehrt nur ein Catarrhus acutissimus die Ursache des Asthma sein müssen? warum soll nicht in der einen Reihe von Fällen das eine, in der anderen das andere, wieder in anderen eine Combination von beiden stattfinden können? Ich glaube, in meiner Praxis eine so grosse Zahl von Asthmatikern behandelt zu haben, wie sich wenige Collegen dessen rühmen können; und gerade aus dieser grossen Zahl von Fällen lernte ich, nicht exclusiv zu sein und nicht alles nach einem und demselben Massstab beurtheilen zu wollen. Die oben von mir gegebene Darstellung hat sich mir als die naturgemässeste Lösung ergeben. Bemerken will ich nur noch, dass dagegen für die Annahme eines Zwerchfellskrampfes mir auch nicht ein einziger zwingender Grund vorhanden zu sein scheint, und dass die vielen asthmatischen Anfälle, welche ich beobachtete, mich niemals zu der Anschauung bekehren konnten, als liege eine Zwerchfellsaffection vor. Ich habe zwar auch offenbare Zwerchfellserkrankungen mit Dyspnoë zum öfteren beobachtet, aber diese Dyspnoë unterschied sich stets sehr wesentlich von einem echten asthmatischen Anfall. Zwar überzeugte ich mich selbst, dass es auch eine Form von Asthma giebt, die auf wirklichem Zwerchfellskrampf beruht, und die als Asthma phrenicum passend bezeichnet werden kann; aber diese Form ist ausserordentlich selten im Verhältniss zum gewöhnlichen bronchialen oder nervösen Asthma. Im Juni 1879 war ich Zeuge eines solchen Anfalls von Asthma phrenicum bei einer 28jährigen Frau: Dieselbe macht eine lange, tiefe Inspiration, geräth dabei in heftiges Zittern, die Inspiration bleibt viele ängstliche Secunden lang auf ihrer Höhe, und die Kranke ist ausser Stande, die Inspiration zu beenden und eine Exspiration folgen zu lassen. Endlich auf energisches Ansehreien erfolgt eine Exspiration, worauf mehrere normale Athemzüge folgen, bis wieder eine neue krampfhafte Inspiration auftritt. Hierbei keine Spur von Pfeifen, und auch die Auscultation zeigt keine Stenosengeräusche. Auch ist die Exspiration nicht lang ausgezogen und nicht erschwert. Dieser Anfall ist von einem gewöhnlichen asthmatischen durchaus verschieden. Es liegt nicht im Plan dieser Arbeit, hierauf näher einzugehen.

Schliesslich möchte ich noch den seltsamen Eindruck nicht verhehlen, der sich mir, wie in so vielen anderen Fragen, auch in der nach der Natur des Asthma beim Durchlesen mancher Schriften aufdrängt, wo immer auf andere Autoren als die Begründer „neuer" Ansichten hingewiesen wird — Ansichten so sehr neu, dass sie entweder schon den Alten oder wenigstens früheren Generationen ganz geläufig waren. Man lese nur bei Laënnec das Capitel über Asthma nach, und man wird staunen, wie damals bereits fast dieselben Streitfragen wie heut vorlagen, und wie wenig wir seitdem vorgeschritten sind!

Von anderen Formen des Asthma, in welchen dieses letztere z. B. als Symptom von Herzleiden (Asthma cardiale) oder Nierenkrankheiten [das von mir sogenannte Asthma uraemicum [1])] auftritt, sehe ich hier vollständig ab; dieselben hatte ich bisher der pneumatischen Behandlungsmethode zu unterwerfen noch keine Gelegenheit. Auf die Dyspnoë der Herzkranken werde ich bei diesen letzteren zurückkommen.

Was leistet nun der pneumatische Apparat beim Asthma? In den Intervallen zwischen den asthmatischen Anfällen angewendet, bessert er zunächst oder heilt vermittelst der Exspirationen in verdünnte Luft das Emphysem. Ferner wirkt die gleichzeitige Inspiration der comprimirten Luft der etwa vorhandenen Bronchitis entgegen, und was die Hauptsache, sie erhöht die Inspirationskraft, dehnt den Thorax aus, erweitert hiermit den Spielraum für die Lungen und verschafft ihnen die Möglichkeit ergiebigerer tiefer Inspirationen. Hiermit ist, wie wir sahen, bereits ein sehr bedeutendes gewonnen: erstens Befreiung der Intervalle von der Dyspnoë oder der Disposition zu derselben, zweitens die Verminderung der Heftigkeit und der Gefahr der später folgenden Anfälle. Der Nutzen erscheint grösser beim bronchialen als beim rein nervösen Asthma; denn beim ersteren ist der Kranke auch in den Intervallen von Krankheitssymptomen belästigt, welche die pneumatische Behandlung direct beseitigt oder doch bessert, während beim nervösen Asthma der Kranke in den Intervallen sich mehr oder weniger gesund fühlend, nichts weiter wünscht, als die Beseitigung oder Milderung seiner Anfälle.

Es fragt sich nun, sind wir im Stande die Wiederkehr der Anfälle beim bronchialen und nervösen Asthma zu verhüten? Ich kann hierauf nur antworten, dass es mir in den meisten Fällen gelang, die Anfälle hinaus zu schieben und sie seltener auftreten

1) Allgemeine med. Centralzeitung No. 1 u. 2. 1864.

zu machen. Ob in einzelnen Fällen die Wiederkehr derselben gänzlich sistirt wurde, dies zu entscheiden, dazu ist die Zeit meiner Beobachtungen zu kurz. Ich habe Fälle behandelt, in welchen zuvor die asthmatischen Anfälle allwöchentlich, oder wenigstens allmonatlich ein oder mehrere Male aufgetreten waren, oder wo seit Jahren allnächtlich ein leichter Anfall sich geltend gemacht hatte, von Zeit zu Zeit durch schwerere Attaquen unterbrochen, und in den meisten dieser Fälle, welche bereits mit den verschiedensten Mitteln vergeblich behandelt worden waren, gelang es mir, mittels des pneumatischen Apparats sofort den nächsten Anfall auf viele Wochen hinauszuschieben, und wenn er dann wiederkehrte, von neuem grössere Intervalle bis zu den folgenden zu gewinnen. In nicht wenigen Fällen erzielte ich ein Freibleiben von mehreren Monaten bis zu mehr als einem Jahre. Einige Kranke, die früher an sehr häufigen Anfällen gelitten hatten, sind gegenwärtig, sogar schon seit mehreren Jahren von Anfällen verschont; dennoch wäre es übereilt, sie als definitiv geheilt zu betrachten, denn früher oder später kann sich eine Recidive wieder einstellen. Es ist deshalb besser, zu vorsichtig mit der Beurtheilung zu sein, als voreilig von Heilungen zu sprechen.

Dennoch scheint mir schon dasjenige, was sich in den weitaus meisten Fällen erreichen liess, Gewinn genug. Recidiviren die Anfälle, so sind sie durch eine erneute Behandlung zu bekämpfen. Gewöhnlich ist die Wiederholung der pneumatischen Therapie von gleichem Erfolge gekrönt wie am Anfang. Ich kann jedoch nicht verschweigen, dass ich auch einige Fälle beobachtete, in welchen der pneumatische Apparat zuerst vorzügliche Dienste leistete, später aber nach eingetretenen Recidiven sich viel weniger wirksam erwies — aus welchen Gründen, konnte ich nicht immer entscheiden. Häufig liess sich die Ursache in einer übertriebenen, nicht genau der Individualität und dem Krankheitsverlauf angepassten Anwendung des pneumatischen Verfahrens auffinden.

Im ganzen möchte ich rathen, den pneumatischen Apparat, auch wenn ihn die Kranken sich selbst angeschafft haben, nicht — wozu sie sehr geneigt sind — perpetuirlich und auch nicht zu lange, selten länger als 2—3 Monate, hinter einander gebrauchen und dafür lieber nach einer längeren Pause wieder von neuem beginnen zu lassen. Es sind hierbei allgemeine Regeln nicht aufzustellen. Der Arzt muss nach dem Status praesens, namentlich

nach den Ergebnissen der Percussion, der Pneumatometrie und Spirometrie, so wie nach den subjectiven Erscheinungen die Entscheidung treffen und dieselbe nicht dem Gutdünken der Patienten überlassen. In dieser Weise, mit richtiger Individualisirung angewendet, wird die pneumatische Behandlung auch bei Recidiven seltener im Stiche lassen, als dies bei schablonenhaftem Gebrauch sicherlich der Fall ist.

Aus diesen und ähnlichen Gründen widerrathe ich — wie bereits früher angegeben — in den meisten Fällen, wo der Kranke nicht an sein Zimmer gefesselt ist, das Anschaffen des Apparats von Seiten der Patienten. Sie entziehen sich, sobald sie denselben selbst besitzen, der ärztlichen Controle; entweder bleiben sie bei der Schablone, oder sie experimentiren und übertreiben. Beides ist gleich verwerflich und hindert den Erfolg. Nur wenn der Kranke den Arzt täglich zu sehen und zu sprechen gezwungen ist, bleibt dieser von dem Verlauf stets unterrichtet und kann dem entsprechend handeln.

Die Aussicht auf einen durch die pneumatische Behandlung zu erzielenden Erfolg, anlangend das Hinausschieben oder die Verhütung neuer Anfälle, ist im allgemeinen bei Asthma bronchiale günstiger als bei Asthma nervosum. Bei ersterem vermögen wir die Grundlage des Asthma, die chronische Bronchitis zu bekämpfen und auch Exacerbationen derselben bei entsprechender schonender Lebensweise des Patienten mehr oder weniger zu verhüten. Bei letzterem dagegen sind uns meist die Ursachen für das Auftreten der krampfhaften Anfälle ganz unbekannt, und deshalb sind wir nicht in der Lage, gegen sie anzukämpfen. Wenn dennoch die Erfahrung ergiebt, dass die pneumatische Behandlungsmethode in diesen Zuständen sich nützlich erweist, so müssen wir es als ein erfreuliches empirisches Factum hinnehmen, auch wenn wir es nicht zu erklären vermögen. Um so weniger aber dürfen wir enttäuscht sein, wenn in anderen Fällen ein Hinausschieben der Krampfanfälle nicht erreicht wird; denn wo die Ursachen unklar sind, kann oft nur das Experiment über die Wirksamkeit oder Erfolglosigkeit eines Mittels entscheiden. Wenigstens bleibt bei der pneumatischen Methode, selbst wo die Wiederkehr der Anfälle nicht ganz zu verhüten ist, immer noch Gewinn genug für den Patienten übrig, wie oben eingehend dargethan ist.

Was die Behandlung der asthmatischen Anfälle selbst anbetrifft, so ist meist bei sehr schweren Anfällen die Benutzung des pneumatischen Apparats überhaupt unmöglich, indem der Kranke theils den Athem nicht lange genug anhalten kann, um compri-

mirte Luft zu inspiriren, theils schon das Halten der Maske vor dem Munde nicht zu ertragen vermag. Sind die Anfälle milder oder schon im Nachlassen, so wirkt gewöhnlich die Inspiration comprimirter Luft sehr wohlthuend ein, und in nicht wenigen Fällen sah ich, dass der Anfall durch sie direct coupirt wurde. Die Exspiration in verdünnte Luft wird während des Anfalls meist nicht ertragen und ist deshalb für gewöhnlich zu vermeiden.

Ich habe noch der Frage vorzubeugen, ob in denjenigen Fällen von Emphysem, Bronchitis und Asthma, welche mittels des pneumatischen Apparats erfolgreich behandelt wurden, nicht andere, gleichzeitig wirkende Einflüsse den Erfolg möglicherweise verursacht hätten. Diese Frage kann ich präcise beantworten: Zunächst habe ich eine grosse Reihe von Fällen einzig und allein mit dem pneumatischen Apparat unter Beiseitelassen jeder anderen Therapie behandelt und die angegebenen günstigen Resultate erlangt. Seit der Publication meiner ersten Arbeiten über diesen Gegenstand bin ich überdies in den Besitz einer grossen Zahl gerade der allerschwersten Fälle gelangt, wie sie mir früher nur selten zur Beobachtung gelangten; denn beim Auftauchen eines neuen Heilmittels wenden sich selbst diejenigen wieder an den Arzt, die durch langes, immer und immer wieder erfolglos behandeltes Leiden längst auf jede ärztliche Behandlung verzichtet hatten. Es gab überhaupt kein Mittel, welches diese Kranken nicht schon gebraucht hatten, mit zweifelhaftem Erfolg oder ganz vergeblich. Auch diejenigen Heilmittel, von welchen ich selbst früher noch die relativ besten Erfolge gesehen hatte, waren von vielen ohne Hülfe angewendet worden; ich rechne hierzu den innerlichen Gebrauch des Arseniks, Inhalationen verschiedener Arzneimittel, die Benutzung des pneumatischen Cabinets. In manchen dieser Fälle, wo alle die genannten Mittel bereits im Stiche gelassen hatten, erzielte ich noch eine mehr oder weniger erhebliche Wirkung mittels des transportablen pneumatischen Apparats.

Dazu kommt noch, dass gerade diejenige Erkrankung, welche bisher als vollkommen unheilbar galt, mochte man anwenden, was man wollte, nämlich das Emphysem, unter dem Gebrauch des transportablen pneumatischen Apparats weicht. Was also diesen Punkt betrifft, so kann selbst in denjenigen Fällen, welche neben der pneumatischen Methode auch noch mit anderen Mitteln behandelt wurden, die Möglichkeit gar nicht in Frage kommen, dass

etwa diese anderen Mittel die Besserung oder Heilung bewirkt hätten [1]).

Dagegen gestehe ich, wie bereits angeführt, gern zu, dass für die erfolgreiche Behandlung der Bronchitis und selbst auch für das Hinausschieben und die Milderung der asthmatischen Anfälle eine geeignete locale Therapie von sehr grossem Nutzen ist, und dass in denjenigen Fällen, in welchen ich diese letztere mit der pneumatischen Behandlung combinirte, ihr auch einen nicht kleinen Theil des Erfolges zuschreibe. Ausserdem möchte ich auch an dieser Stelle wieder an den innerlichen Gebrauch des Arseniks erinnern, welcher mir von allen innerlichen Mitteln die bedeutendsten Dienste bei Asthma nervosum geleistet hat. In einigen wenigen Fällen habe ich die innerliche Darreichung des Arseniks mit der pneumatischen Therapie combinirt; hier muss ich es freilich dahin gestellt sein lassen, welcher Medication der wesentlichste Erfolg zuzuschreiben ist.

Es bleibt mir nur noch übrig, auch diejenigen Fälle zu beschreiben, in denen die pneumatische Behandlung entweder gar keinen oder einen nur sehr geringen Erfolg hatte.

Hierher gehörten die allerschwersten Emphysemerkrankungen, welche ich überhaupt je beobachtete. Sie waren meistens mit Asthma bronchiale und dauernder heftiger Bronchitis verbunden. Das Leiden bestand seit sehr langer Zeit, meist Jahrzehnte. Die Kranken waren auch in den Intervallen zwischen den asthmatischen Anfällen stark dyspnoëtisch, ausserdem war Cyanose in geringerem oder grösserem Grade bemerkbar, auch wohl Oedema pedum zeitweise vorhanden. Die vitale Lungencapacität war unter 1500 Ccm. (bei Männern) und in den allerschwersten Fällen unter 1000 Ccm. herabgegangen. Die Pneumatometrie ergab nicht nur eine sehr beträchtliche Exspirations-, sondern auch eine nicht unbedeutende Inspirations-Insufficienz. In diesen Fällen war es unzweifelhaft, dass der höchste Grad des Emphysems mit vorgeschrittenen anatomischen Störungen, erheblichem Schwund des Lungengewebes, vorlag. Von radicaler Besserung durch irgend eine Behandlungsmethode konnte hier überhaupt nicht mehr die Rede sein. Es fragte sich nur, ob noch eine palliative symptomatische Besserung

1) Vergl. das Capitel über Asthma und Emphysem in meinem Werke: Die locale Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane etc.

zu erzielen war. In der That habe ich einigen dieser schwer erkrankten noch eine vorübergehende Erleichterung zu schaffen vermocht; bei anderen dagegen blieb jede Spur von Erfolg aus, oder die Behandlung strengte mehr an, als sie nützte, denn sie konnte überhaupt nicht mehr in regulärer Weise ausgeführt werden.

Da hier und da noch eine palliative Wirkung erreichbar ist, so wird man immerhin den Versuch mit der pneumatischen Behandlung auch bei so schwer erkrankten wagen dürfen, aber sofort dieselbe sistiren, so wie man sich von der gänzlichen Erfolglosigkeit oder der Unmöglichkeit eines kunstgerechten Gebrauchs überzeugt hat.

Einen wichtigen Massstab für die Beurtheilung, ob noch irgend ein Erfolg zu hoffen ist oder nicht, fand ich in dem Luftquantum, welches die Kranken in verdünnte Luft zu exspiriren vermochten. Manche Emphysematiker im vorgerückten Stadium haben zwar eine sehr niedrige vitale Lungencapacität (etwa 1000—1500 Ccm. oder noch weniger), aber bei der Ausathmung in verdünnte Luft entleeren sie eine grössere Luftmenge als in's Spirometer; in diesen Fällen ist Lunge und Thorax noch retractionsfähig, und es lässt sich eine relativ bessere Prognose stellen. Vermögen die Kranken dagegen auch bei den angestrengtesten Versuchen während mehrerer Tage keine grössere Luftmenge in die rareficirte Luft des Apparats auszuathmen, als in's Spirometer; ist ausserdem auch eine Ausdehnungsfähigkeit des Thorax durch comprimirte Luft nicht mehr vorhanden, indem bei Inspiration derselben auch nur ein höchst unbedeutendes Luftvolumen (weniger als 1000 Ccm.) aus dem Apparat in die Lungen entleert wird, so darf man, zumal wenn die Lungencapacität unter 1000 Ccm. gesunken und Inspirations- wie Exspirationsdruck die niedrigsten Werthe erreichen, eine absolut ungünstige Prognose stellen. Hier nützt weder die pneumatische Heilmethode noch irgend eine andere. Wo ich auf Grund der genannten Thatsachen eine prognosis pessima stellte, hat sie sich leider bewährt; ich werde einen hierher gehörigen Fall (Fall 19) weiter unten mittheilen.

Besonders ist es das Greisenalter, in welchem diese schwersten Formen des Emphysems sich vorfinden, wenn sie auch im mittleren Lebensalter gleichfalls hier und da vorkommen. Der greisenhaft verknöcherte Thorax, der weder mehr eine Ausdehnung noch eine Retraction zulässt, setzt der Wirksamkeit der pneuma-

tischen Therapie ihre Schranke. Indess habe ich auch Greise (im Alter über 70 Jahren) beobachtet, bei welchen der Thorax noch eine gewisse Elasticität besass, und bei denen deshalb der pneumatische Apparat eine prompte palliative Wirkung entfaltete.

Um Missverständnissen vorzubeugen, füge ich schliesslich noch ausdrücklich hinzu, obgleich dies bereits aus der obigen Darstellung zur Genüge hervorgeht, dass es auch weniger hochgradig erscheinende Fälle von Asthma bronchiale und namentlich Asthma nervosum giebt, in welchen die pneumatische Therapie ihren Nutzen versagt oder wenigstens nicht nachhaltig wirkt. Diese Fälle lassen sich nicht präcisiren, die Ursachen des Nichterfolgs nicht darlegen, zumal wenn die Ursachen der Erkrankung unbekannt sind; hier entscheidet das Experiment.

Bemerken möchte ich indess noch, dass wo die pneumatische Behandlung sich überhaupt wirksam erweist, eine symptomatische Besserung sich in der Regel schon innerhalb der ersten Tage zu erkennen giebt. Wo nach Verlauf mehrerer Wochen noch keine Andeutung eines Erfolgs zu erkennen ist, da ist meist die Hoffnung auf einen zu erzielenden Nutzen und hiermit die Behandlung selbst aufzugeben.

Casuistik.

1. Emphysema pulmonum. Bertha Nrhff., 26 Jahre alt, wurde am 7. Nov. 1877 auf meine Abtheilung in der Charité aufgenommen. Dieselbe giebt an, dass ihre Mutter an Wassersucht gestorben, Vater und Geschwister gesund seien. Sie selbst sei als Kind schwächlich gewesen, habe Masern, Scharlach und im 11. Jahre den Keuchhusten durchgemacht. Im 17. Jahre habe sie zuerst menstruirt, die Menses seien meist unregelmässig und spärlich gewesen. Seit ihrem Keuchhusten habe sie an Kurzathmigkeit gelitten; dieselbe hätte sich besonders beim Steigen und schnellen Gehen geäussert, wäre später aber auch häufig in der Ruhe, selbst Nachts im Bett aufgetreten, oft verbunden mit Angstgefühl und Herzklopfen. Seit einem Jahr habe sich das Leiden wesentlich verschlimmert, und die Beschwerden, zu denen auch Brustschmerzen hinzutraten, haben endlich eine solche Höhe erreicht, dass Pat. sich völlig arbeitsunfähig fühlte und deshalb das Krankenhaus aufsuchte.

Bei ihrer Aufnahme fand sich folgender Status: Pat. ist ziemlich kräftig gebaut und gut genährt. Thorax stark gewölbt, erweitert sich bei tiefer Inspiration gleichmässig und ziemlich ergiebig. Percussion ergiebt eine bedeutende Erweiterung sämmtlicher Lungengrenzen. Das Herz ist von den Lungen vollkommen überdeckt, die untere Lungengrenze reicht bis zum freien Rippenrand; totale Leberdämpfung ist nicht vorhanden; die unvollständige Leberdämpfung beginnt an der 6. Rippe. Auscultation: überall abge-

schwächtes vesiculäres Athmen, rein, ohne jedes Nebengeräusch. Herzgrenzen schwer zu bestimmen. Herztöne leise, rein. Sonst nichts abnormes. Appetit gut, Stuhl regelmässig. Kein Husten.

Vitalcapacität der Lungen: 1500 Ccm.

Inspirationszug 84 Mm.; Exspirationsdruck 28 Mm.

Es besteht hier also hochgradiges Emphysem, und zwar ein völlig uncomplicirtes. Höchst wahrscheinlich ist dasselbe in Folge des Keuchhustens entstanden.

Die Behandlung bestand vom 9. Nov. an allein in Ausathmungen in verdünnte Luft ($^1/_{60}$ Atm.-Druck).

Die objective und subjective Besserung schritten von Anfang an regelmässig vor. Brustschmerzen und Athemnoth verschwanden bald ganz. Pat. kann ohne Beschwerden gehen, Treppen steigen und den Wärterinnen rüstig bei der Arbeit helfen. Am 4. Decbr. beträgt die Vitalcapacität 2200 Ccm.; Inspirationszug 102 Mm., Exspirationsdruck 60 Mm.

Am 7. Dec. Vitalcapacität 2200 Ccm.; Inspirationszug 106 Mm.; Exspirationsdruck 78 Mm.

Die Untersuchung der Brust am 7. Dec. ergiebt sowohl rechts wie links vollkommen normale Lungengrenzen; auch Leber in normaler Lage, relative und totale Herzdämpfung genau so wie bei gesunden Personen. Ueberall mässig lautes vesiculäres Athmen. Pat. fühlt sich noch etwas matt, hat aber sonst über nichts zu klagen. Sie wird deshalb am 7. Decbr. als geheilt aus der Charité entlassen.

2. Bronchitis chronica. Emphysema pulm. Frau Nth., 23 Jahre alt, wird am 9. Febr. 1878 auf meine Abtheilung in der Charité aufgenommen. Pat. leidet seit ihrer Kindheit an Husten, der häufig, namentlich im Frühjahr und Herbst, besonders heftig wird. Auch entwickelte sich allmälig Kurzathmigkeit, welche besonders bei Bewegungen hervortritt, zuweilen aber auch in der Ruhe die Kranke belästigt. Vor 4 Jahren will Pat. die „Bleichsucht“ gehabt haben, sie litt damals viel an Herzklopfen. Menses waren immer regelmässig. Seit 14 Tagen ist der Husten und die Athemnoth wieder verstärkt, auch etwas Heiserkeit vorhanden.

Die Untersuchung ergiebt: Brust ziemlich gewölbt, Wölbung nach unten zunehmend; bei tiefer Inspiration erweitert sich der Thorax gleichmässig und ergiebig. Die Percussion ergiebt ausser erweiterten Lungengrenzen nichts abnormes: die Lunge überdeckt das Herz vollständig, ihre Grenze reicht in der Mammillarlinie bis zur 8. Rippe, hinten bis zum 12. Brustwirbel. Ueberall leises vesiculäres Athmen, rechts leiser als links, beiderseits Schnurren. Relative Herzdämpfung überschreitet links nicht die Mammillarlinie, reicht rechts bis zur Mitte des Sternum. Herztöne rein, aber dumpf und leise. Larynx leicht geröthet. Sonst nichts abnormes.

Pat. wird in den ersten Tagen mit innerlichen Mitteln (Morphium mit Aq. Amygd. amr.) behandelt; vom 10. Febr. an lässt man sie anfangs zerstäubtes Wasser, vom 12. Febr. an Salmiaklösung inhaliren. Ausserdem lässt man sie vom 12. Febr. an comprimirte Luft ($^1/_{60}$ Atm.-Druck) einathmen und in verdünnte Luft ($^1/_{60}$ Atm.-Druck) ausathmen.

Am 12. Febr. Vitalcapacität 1900 Ccm.

Am 14. Febr. Inspirationskraft 104 Mm.; Exspirationskraft 94 Mm.

Ausser einer am 18. Febr. auftretenden leichten Angina, die, ebenso wie der Larynxcatarrh, nach wenigen Tagen verschwindet, schreitet die Besserung allmälig vor, so dass Pat. am 25. Febr. aus dem Krankenhaus entlassen werden konnte.

Am 25. Febr. ist folgender Status notirt: Husten hat seit einiger Zeit aufgehört; nur zuweilen noch geringfügiges Hüsteln. Unterhalb der 4. Rippe vom linken Sternalrand in etwa 2 Ctm. Breite ist totale Herzdämpfung vorhanden. Die untere Lungengrenze rechterseits befindet sich, wie normal, in der Mammillarlinie an der 7., in der Parasternallinie an der 6. Rippe, hinten am 11. Brustwirbel. Ueberall reines vesiculäres Athmen von mittlerer Intensität, nur rechts hinten unterhalb der Scapula ein wenig rauher. Untere Lebergrenze überschreitet nicht den Rippenrand. Vitalcapacität der Lungen: 2400 Ccm. Inspirationszug 144 Mm., Exspirationsdruck 144 Mm.

3. Emphysem. Bronchitis. 5. November 1873. Bm., Pastor, 48 Jahre alt. Seit 10 Jahren zunehmende Kurzathmigkeit bei starken Bewegungen und Anstrengungen. Seit dem vorigen Winter, wo auch vorübergehend ein fieberhafter Zustand vorhanden war, Husten, der seit mehreren Wochen bedeutend exacerbirt ist. Zum öfteren Blutstreifen im Auswurf, auch häufig Nasenbluten. Zuweilen Auswurf grünlicher Krusten. Seit 20 Jahren wird die Stimme nach dem Predigen und vielem Sprechen belegt, oft heiser, in letzter Zeit häufig sogar tonlos. Appetit und Stuhlgang gut. Geringe Abmagerung.

Objective Dyspnoë. Ektatischer Thorax. Lungen reichen bis zum Rippenrand und überdecken das Herz. Nirgends Dämpfung. Ueberall am Thorax vesiculäres Athmen mit Rasselgeräuschen. Pharynx ist trocken, schwielig, granulirt, mit geschwollenen Follikeln besetzt. Larynx mit Einschluss der Stimmbänder etwas geröthet.

Vitale Lungencapacität 1700 Ccm. Inspirationszug 40 Mm. Exspirationsdruck 40 Mm.

Es besteht in diesem Falle demnach eine Pharyngo-Laryngitis granulosa, in der Abart, welche ich als Pharyngitis impetiginoides bezeichnet habe (die ausgeworfenen Krusten stammen aus dem Pharynx), ferner Bronchitis chronica mit Emphysem.

Therapie: Inspirationen comprimirter Luft und Exspirationen in verdünnte Luft; Inhalationen mit Salmiak und Oleum Terebinthinae; Touchiren des Pharynx mit Acid. tannic. 10,0, Aq. destill. 30.0, Tinct. Jodi 20,0, des Larynx mit Solutio Acidi tannici (1 : 5), Einreiben der Brust mit Oleum Terebinthinae.

Pat. braucht diese Kur regelmässig täglich bis zum 17. December. Allmälig ununterbrochen fortschreitende Besserung sämmtlicher objectiver und subjectiver Symptome. Der Husten ist zuletzt nur noch höchst unbedeutend, vom Kranken kaum beachtet. Keine Dyspnoë mehr, auch nicht beim Treppensteigen. Stimme normal. Auswurf von Krusten hat nicht mehr stattgefunden. Vollkommenes subjectives Wohlbefinden. Pharynx noch etwas geröthet, mit leichten folliculären Schwellungen. Larynx nur noch an den oberen Partien

leicht geröthet. Herz nicht mehr von Lungen überdeckt. Dieselben reichen nach unten in der Mammillarlinie bis zur 8. Rippe.

Vitale Lungencapacität 2250 Ccm. Inspirationszug 110 Mm. Exspirationsdruck 86 Mm.

4. Emphysem. Bronchitis chronica. 10. April 1874. Krv., russischer General, 45 Jahre alt. Seit der Kindheit Husten, zu welchem sich seit mehr als zehn Jahren mit allmäliger Steigerung Kurzathmigkeit hinzugesellte. Dieselbe ist jetzt seit mehreren Jahren äusserst heftig, tritt indess nicht in der Ruhe spontan oder anfallsweise auf, sondern nur regelmässig bei jeder auch nur leichten Bewegung und Nachts beim Husten. Appetit unregelmässig. Obstipation. Seit einigen Jahren auffällige Abmagerung.

Pat. ist von mittlerem Wuchs und zarter Constitution. Brust ziemlich gewölbt. Die Percussion ergiebt: Lungen reichen beiderseits bis zum freien Rippenrand hinab und überdecken das Herz. Die obere Lebergrenze ist um die Breite eines Intercostalraumes herabgedrängt, desgleichen der untere freie Leberrand. In beiden Infraclaviculargruben leichte Dämpfung des Percussionsschalles. Ueberall über den Lungen sehr leises vesiculäres Athmen mit pfeifender Exspiration; hier und da Rasseln. Vitale Lungencapacität 1300 Ccm. Inspirationszug 60 Mm. Exspirationsdruck 60 Mm.

Ausser der Bronchitis und dem Emphysem besteht hier höchst wahrscheinlich eine leichte Cirrhose an dem oberen Lungenlappen, durch einen abgelaufenen entzündlichen Process bedingt.

Behandlung: Inspiration comprimirter Luft, Exspiration in verdünnte Luft; Inhalation von Kochsalz und Terpenthinöl.

Die antidyspnoëtische Wirkung macht sich aufs eclatanteste gleich vom ersten Tage der Behandlung an geltend. Schon nach wenigen Tagen behauptet Pat., seinen Athem so frei zu fühlen und mit solcher Leichtigkeit promeniren und Treppen steigen zu können, wie seit 6—8 Jahren nicht.

Am 26. Mai Beendigung der Kur. Pat. fühlt sich bis auf leichten Husten vollkommen wohl und frei von allen Athmungsbeschwerden. Er macht grosse Spaziergänge und läuft die Treppen hinauf ohne Dyspnoë. Die Percussion ergiebt vollkommen normale untere Lungengrenzen, auch das Herz nicht mehr überdeckt, Zwerchfell und Leber in ihrer natürlichen Lage. Dämpfung in den oberen Lungenlappen besteht noch fort. Ueberall mässig lautes vesiculäres Athmen mit sparsamem Pfeifen.

Vitale Lungencapacität 2150 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 140 Mm.

5. Emphysem. Bronchitis. 5. October 1874. Brd., Kaufmann, 48 Jahre alt, wird mir vom Herrn Collegen San.-Rath Dr. S. Badt zur Behandlung überwiesen. Leidet seit seiner Jugend an häufigem Husten. Vor 25 Jahren zuerst Kurzathmigkeit. Dieselbe kehrte seitdem meist im Herbst, Winter und Frühjahr zurück, während gleichzeitig Husten vorhanden war. In den letzten Jahren Husten und Kurzathmigkeit viel stärker und regelmässig in den genannten Jahreszeiten permanent auftretend. Gegenwärtig hat Pat. seit 4 Tagen heftigen Hustenreiz und starke Luftbeklemmung, Nächte von beiden

gestört, Mattigkeit. Dyspnoë besonders stark bei schneller Bewegung und beim Treppensteigen.

Ektatischer Thorax. Lungen überdecken das Herz und reichen bis nahe zum freien Rippenrand. Ueberall hört man bei der Auscultation lautes Pfeifen.

Vitale Capacität 2550 Ccm. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 120 Mm.

Behandlung besteht einzig und allein in Inspirationen comprimirter Luft, gefolgt von Exspirationen in verdünnte Luft (je 2, später 3 Cylinder).

17. October. Beendigung der Kur. Husten hat sich allmälig gebessert, Dyspnoë schwand schon in den ersten Tagen vollständig. Seit 5 Tagen auch Husten ganz geschwunden. Vollkommenes Wohlbefinden. Die Untersuchung der Brust ergiebt normale Lungengrenzen, überall reines vesiculäres Athmen, nirgends Pfeifen.

Vitale Capacität 2850 Ccm. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 180 Mm.

Im Februar 1875 theilte mir Herr College Badt mit, dass der Gesundheitszustand des Herrn B. sich unverändert gut während des Winters erhalten hat.

6. Emphysem. Bronchitis. Struma. 15. Oct. 1874. Krbr., Krankenwärter, 42 Jahre alt, leidet seit ca. 5 Jahren permanent an Husten und Kurzathmigkeit, mit häufigen Exacerbationen, die oft während 2—8 Tagen die Athemnoth aufs höchste steigern. Auch wenn der Husten sich in einem milderen Stadium befindet, tritt doch die Kurzathmigkeit während des Hustens sowohl wie bei jeder Bewegung und zuweilen auch spontan in der Ruhe hervor. Nächtliche asthmatische Anfälle sind nicht vorhanden, ausser dass, wenn Nachts gerade ein starker Hustenparoxysmus da ist, auch der Athem dabei knapp wird. Seit 2—3 Jahren bemerkt Pat. eine Anschwellung äusserlich am Halse, die allmälig gewachsen. Es ist eine Struma, etwa von der Grösse eines kleinen Apfels. Die Brust ist gut gewölbt. Die Lungen reichen bis zum freien Rippenrand und überdecken das Herz. Ueberall am Thorax theils scharfes, theils rauhes vesiculäres Athmen.

Vitale Lungencapacität 2850 Ccm. Inspirationszug 70 Mm. Exspirationsdruck 56 Mm.

Behandlung: Inspiration comprimirter Luft und dazwischen Exspiration in verdünnte Luft.

Husten und Kurzathmigkeit mildern sich vom ersten Tage der Behandlung an. In den ersten vier Wochen macht sich Dyspnoë nur noch beim Treppensteigen bemerklich, der Husten ist ausserordentlich geringfügig geworden. Mitte November während der schlechten Witterung wird der Husten vorübergehend auf einige Tage etwas stärker, aber gegen früher verglichen, ist er immer noch unbedeutend. Der Athem bleibt dabei vollkommen frei. Nur in der ersten Woche des December wieder einige Tage hindurch leichte Dyspnoë bei stärkeren Bewegungen; später wieder vollständiges Wohlbefinden. Der Husten ist höchst unbeträchtlich; selbst die seit Jahren gewohnte, regelmässig in den Morgenstunden auftretende Verschleimung mit Hustenparoxysmen hat ganz aufgehört, was den Pat. ganz besonders erfreut. Die Struma hat sich, wie Pat. selbst bemerkt, und wie die Inspection es unzweifelhaft

constatirt. nicht unwesentlich verkleinert; wodurch? lasse ich dahingestellt. (Parenchymatöse Jod-Injectionen, welche ich anwenden wollte, waren auf Wunsch des Pat. unterblieben.)

Die Kur wird am 14. Decbr. 1874 beendet. Vollkommenes subjectives Wohlbefinden. Vollkommen normale Lungengrenzen, sowohl über dem Herzen wie an den unteren Thoraxpartien. Ueberall reines weiches vesiculäres Athmen. Vitale Capacität 3200 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 110 Mm.

Ich hebe hervor, dass dieser Erfolg der Behandlung während der ungünstigsten Jahreszeit erzielt wurde, während welcher Pat. in früheren Jahren immer am stärksten zu leiden hatte, und dass Pat. bei Wind und Wetter ausging.

Am 5. März 1877 sucht Pat. von neuem meine Hülfe nach. Nach der ersten Behandlung war er fast zwei Jahre hindurch vollkommen gesund und ohne jede Klage gewesen. Im October 1876 trat wieder ziemlich starker Husten auf, zu welchem Kurzathmigkeit hinzukam; indess nach 14 Tagen war Pat. wieder vollkommen gesund. Indess kam bald eine Recidive, und seitdem blieb Räuspern und geringer Husten mit Schleimauswurf bestehen. Es stellte sich ausserdem leichter Stridor beim Athmen ein, und war Beklemmung damit verbunden. Der Kropf war unterdess sehr beträchtlich gewachsen, und er war es, welcher den Stridor und zum grossen Theil auch die Athemnoth bewirkte. Die Struma parenchymatosa hatte die Grösse eines kleinen Kindskopfs erreicht, und zwar waren alle Lappen der Schilddrüse an der Anschwellung betheiligt, im höchsten Masse der rechtsseitige. Die Lungen waren bis zum Rippenrand ausgedehnt, die Leber ca. 3 Ctm. herabgedrängt. Ueberall leises vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration, an der unteren hinteren Partie mit Pfeifen. Puls 72. ziemlich stark gespannt. Vitalcapacität 2500 Ccm. Inspirationskraft 58 Mm., Espirationskraft 86 Mm. Das starke Sinken der Inspirationskraft kommt unzeifelhaft auf Rechnung der durch die Struma veranlassten Stenose der Trachea.

Die Hauptgefahr lag in der Struma, welche die Trachea zu comprimiren begann. Ich behandelte dieselbe mittelst Electrolyse, indem ich eine Platinnadel, die mit dem coustanten electrischen Strome in Verbindung stand, in die Geschwulst einstach und den anderen Pol als Schwammträger äusserlich am Halse applicirte (10—15 kleine Zinkkohlen-Elemente, alle 3—4 Tage an 10 bis 15 Minuten lang). Ausserdem liess ich comprimirte Luft einathmen, in verdünnte Luft ausathmen und gegen den Catarrh Salmiak mit Terpenthinöl inhaliren.

Die Behandlung dauerte bis zum 5. Mai 1877. Die Struma hat sich in Folge der Electrolyse sehr erheblich verkleinert. Die grösste Breite der Geschwulst betrug anfänglich 23 Ctm., der Umfang des Halses 43 Ctm., die Höhe der Geschwulst rechts 8, links 7 Ctm. Von den 23 Ctm. der Geschwulstbreite kamen 12 auf die rechtsseitige, 8 auf die linksseitige Geschwulst, 3 Ctm. auf die Mitte. Am Ende der Behandlung hatte die rechtsseitige Geschwulst nur noch 8 Ctm., die linksseitige nur 3 Ctm. Breite; in der Mitte zwischen beiden keine Geschwulst. Halsumfang 39 Ctm. Höhe der Geschwulst rechts 7 Ctm., links 4 Ctm. Stridor nur noch bei starken Be-

wegungen und auch dann nur geringfügig, desgleichen die Beklemmung. Inspirationskraft 72 Mm. Exspirationskraft 130 Mm. Vitalcapacität 2700 Ccm.

7. Bronchitis chronica et Emphysema pulmonum. 12. Januar 1880. Lr., Kaufmann, 58 Jahre alt, leidet seit 3 Jahren an Husten, der besonders im Herbst und Winter sehr stark, im Sommer gering zu sein pflegte. Seit dem vorigen Winter stellte sich Athemnoth ein, besonders beim Gehen und Steigen, nicht selten aber auch in der Ruhe. Seit dem November ist der Husten und die Kurzathmigkeit sehr heftig; die Nächte sind durch Husten und Orthopnoë gestört. Appetit ist schlecht. Stuhl regelmässig.

Pat. ist mässig kräftig gebaut, von etwas blassem Aussehen. Zunge belegt. Die Lungen sind über das Herz und bis zum freien Rippenraud ausgedehnt, die Leber ca. 2 Ctm. herabgedrängt. Ueberall leises vesiculäres Athmen mit Pfeifen. Auf Brust und Rücken Pityriasis versicolor.

Vitale Capacität 1500 Ccm. Inspirationskraft bei forcirter Athmung 40 Mm., bei langsamer Athmung oder bei Einschaltung eines Hahns 24 Mm.; Exspirationskraft 30, resp. 22 Mm.

Die nunmehr eingeleitete Kur besteht in Einathmungen comprimirter Luft und Ausathmungen in verdünnte Luft, je 3 (am ersten Tage nur 2) Cylinder zu $^1/_{60}$ Atm.-Druck, ferner Inhalationen mit Salmiak und Terpenthinöl (je 1 pCt.) und Einreibungen mit Ol. Terebinth. Gegen den Magencatarrh wurde Tinct. Rhei vin. mit Elix. Aurant. comp. ana gereicht.

28. Februar 1880. Seit dem Beginn der Kur sowohl subjective wie objective Besserung, allmälig aber stetig zunehmend. Seit 3 Wochen kein Husten mehr und keine Spur von Athemnoth. Schlaf ungestört. Pat. kann bequem ohne jede Mühe die Treppen hinauf steigen und seiner Beschäftigung nachgehen. Appetit sehr gut, Stuhl regelmässig. Pat. fühlt sich vollkommen gesund. Die Untersuchung der Brust ergiebt vollkommen normale Lungen- und Lebergrenzen. Ueberall reines, mässig lautes vesiculäres Athmen ohne Pfeifen nnd ohne Exspirationsgeräusch.

Vitale Capacität 3000 Ccm. Inspirationskraft bei forcirter Athmung 90 Mm.; bei langsamer Athmung oder eingeschaltetem Hahn 70 Mm., Exspirationskraft 100, resp. 60 Mm.

8. Bronchitis chronica. 12. August 1874. Hm., Werkführer in einer Farbenfabrik, 50 Jahre alt. Seit ca. 6 Jahren regelmässig im Frühjahr und Herbst Husten. Seit 1 Jahre ist derselbe permanent geworden und hat sich mit Kurzathmigkeit combinirt. Der Husten ist von ausserordentlicher Heftigkeit, derart dass Pat. einmal während des Hustens zu Boden fiel. Auch einige Male fanden sich Blutfasern im Auswurf bei heftigem Husten. Derselbe ist auch häufig mit Würgen und Erbrechen verbunden. Auch der Schlaf ist durch denselben gestört. Die Kurzathmigkeit tritt am meisten beim Husten auf, hindert aber auch beim Treppensteigen. Brustschmerzen. Appetit und Stuhlgang in Ordnung.

Pat. ist sehr kräftig gebaut, Brustumfang 95 Ctm. Percussion ergiebt keine Abnormität, auch die Lungengrenzen erscheinen normal. Ueberall am Thorax leises vesiculäres Athmen, meist mit verlängerter Exspiration, an den

unteren Partien Rasseln. Vitale Capacität 3000 Ccm. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 60 Mm.

Therapie: Inspiration comprimirter Luft; Inhalationen von Salmiak mit Terpenthinöl.

Der Husten bessert sich schon in den ersten Tagen in sehr auffälliger Weise, wird immer seltener und milder, und nach etwa 1 Woche ist er ganz geschwunden, desgleichen die Kurzathmigkeit.

Am 27. August Beendigung der Kur. Keine Spur von Husten mehr. Keine Dyspnoë. Guter Schlaf. Vollkommenes Wohlbefinden. Die Auscultation ergiebt überall reines vesiculäres Athmen. Vitale Capacität 3250 Ccm. Inspirationszug 150 Mm. Exspirationsdruck 110 Mm.

9. Emphysema senile. 10. August 1874. Cl., Stadtsecretär, 74 Jahre alt. Seit 2—3 Jahren Luftbeklemmung Tag und Nacht, muss oft Nachts aufstehen und die Fenster öffnen wegen Dyspnoë. Auch Athemnoth beim Treppensteigen und schnellen Gehen. Zeitweise Husten. Appetit und Stuhlgang gut.

Sehr rüstiger, kräftig gebauter Greis. Puls 66, ziemlich gut gespannt, voll, nicht rigide. Ectatischer Thorax. Lungen bis nahe zum Rippenrand und über das Herz hinaus ausgedehnt. Ueberall reines vesiculäres Athmen. Herztöne rein, aber leise. Vitale Capacität 2500 Ccm. Inspirationszug 34 Mm. Exspirationsdruck 32 Mm.

Behandlung: Inspiration comprimirter Luft 1, später 2 Cylinder; darauf Exspiration in verdünnte Luft 2, später 3 Cylinder.

Auffallend rasche Besserung, vom ersten Tage beginnend. Schon nach wenigen Sagen fehlt jede Spur von Beklemmung, Pat. schläft Nachts gut und steigt Treppen ohne Mühe. Er fühlt sich vollkommen gesund und hört deshalb schon nach 10 Tagen unter meiner Zustimmung mit der Kur auf.

Bei der am 20. August vorgenommenen Untersuchung der Brust konnte ich keine Abnormität der Lungengrenzen mehr constatiren. Vitale Capacität 2700 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 60 Mm.

Nach mehreren Wochen liess mir Herr C. mittheilen, dass er sich fortdauernd wohl befinde.

10. Atelectasis partialis pulmonis sinistri. Emphysema pulmonis dextri. 10. April 1878. Frl. Mathilde Knt., 16 Jahr, hatte vom 8.—11. Jahre drei Mal „Lungenentzündung". Im 11. Jahre hatte sie zugleich eine Augenentzündung und darauf Scharlach. Seitdem kränkelt sie, klagt über Athemnoth und Herzklopfen, zumal bei Bewegungen. Athemnoth hat in den letzten Jahren mehr und mehr zugenommen. Oft Schnupfen mit verstopfter Nase. Appetit schlecht, Stuhl regelmässig. Noch nicht menstruirt.

Status praesens: Brust links oben eingesunken und bei tiefer Inspiration kaum beweglich. Rechte Thoraxhälfte, zumal nach unten, ectatisch. Der untere Theil des Sternum rechterseits nebst Processus xiphoideus ragt sehr stark hervor. Auf der linken Seite sowohl oben wie unten, hinten und vorne ist der Percussionsschall mässig gedämpft; rechts sonor, Lungengrenzen bis zum freien Rippenrand ausgedehnt. Leber ca. 3 Ctm. herabgedrängt, Spitzen-

stoss etwas nach aussen von der Mammillarlinie beginnend, sich nach innen bis nahe zur Parasternallinie im 5. l. C. R. erstreckend. Pulsation in der gesammten Herzgegend sichtbar. Herzdämpfung überragt nach links die Mammillarlinie um etwa 1 Ctm., erreicht aber nach innen nicht den rechten Sternalrand, sondern bleibt ca. 1 Ctm. von demselben entfernt. Obere Herzgrenze, wie normal, am 3. Rippenknorpel. Herztöne rein. Ueber den Lungen überall vesiculäres Athmen, rechts ziemlich scharf, hier und da mit Pfeifen und Schnurren, links wenig laut, überall mit Crepitiren. Vitale Capacität 500 Ccm. Inspirationszug 58 Mm. Exspirationsdruck 30 Mm.

Offenbar bestand hier eine Compression, wahrscheinlich partielle Atelectase der linken Lunge, zurückgeblieben nach den Lungenentzündungen im 11. Lebensjahre. Man darf annehmen, dass die Resolution der hepatisirten Lunge keine vollständige gewesen ist. Wahrscheinlich bestand auch gleichzeitig Pleuritis, welche Adhäsionen hinterliess und mit zur Compression der Lunge und zur Verschiebung des Herzens nach links beitrug. Secundär in Folge der Behinderung der Lungenausdehnung linkerseits entstand rechterseits ein Emphysem mit der charakteristischen Prominenz am unteren Theil des Sternum.

Die Behandlung bestand einzig und allein in täglichen Einathmungen comprimirter und Exspiration in verdünnte Luft (anfangs je 1—2, dann je 3 Cylinder täglich, $^1/_{60}$ Atm.-Druck).

25. April 1878. Pat. kann ohne Beschwerden sich bewegen, viel leichter Treppen steigen. Prominenz am Thorax tritt weniger stark hervor; jedoch Leber noch herabgedrängt und untere Lungengrenze noch wie früher. Auf der linken Thoraxhälfte noch geringe Dämpfung vorhanden, aber viel weniger in- und extensiv als früher. Ueberall daselbst lautes vesiculäres Athmen. Spitzenstoss nach innen von der Mammillarlinie sichtbar. Durch zu schnelles Abbrechen der Kur wird leider ein erneutes Messen am Spirometer und Pneumatometer verabsäumt.

11: Asthma bronchiale et Emphysema pulmonum. Friederike Bch., 28 Jahre alt, wurde am 4. September 1878 auf meine Abtheilung in der Charité aufgenommen. Nach ihrer Angabe war sie früher immer gesund gewesen. Im September 1877 hatte sie den ersten asthmatischen Anfall, der etwa $^1/_2$ Tag andauerte und mit Husten verbunden war, welcher den Anfall überdauerte. Die Anfälle wiederholten sich anfangs etwa alle 14 Tage und dauerten meist nur etwa zwei Stunden. Seit 8 Wochen sind die Anfälle viel häufiger, zugleich heftiger und anhaltender geworden. Sie kommen jetzt fast alltäglich und allnächtlich, am stärksten um Mitternacht, und die Beklemmung nebst Angstgefühl erreichen den höchsten Grad. Pat. hat bereits die verschiedensten Mittel vergeblich gebraucht, war auch bereits in der Charité behandelt worden, welche sie erst vor ca. 8 Tagen verliess.

Neben dem gegenwärtig fast ununterbrochenem Asthma hustet Pat. und wirft zähen, schleimigen Auswurf aus. Sie klagt auch über Kopf- und Kreuzschmerzen, beim Husten auch über Schmerz in der Gegend des Brustbeins. Ganz frei von Beklemmung ist Pat. seit Wochen überhaupt nicht mehr. Appetit ist schlecht, Zunge belegt. Schlaflosigkeit. Temperatur bei der Aufnahme 37,4°. Puls 108.

Thorax sehr breit, ectatisch. Bewegung sämmtlicher acessorischer Hülfsmuskeln und Spiel der Nasenflügel bei der Athmung, wogegen der Thorax sich nur wenig hebt. Zahl der Respirationen in einer Minute 40. Die Lungen überdecken das Herz und reichen nach abwärts vorn bis zum freien Rippenrand, hinten bis zum 1. Lendenwirbel. Ueberall am Thorax sehr leises vesiculäres Athmen, überall mit Pfeifen, besonders während der Exspiration. Rechte Herzgrenze überragt etwa $^1/_2$ Ctm. den rechten Sternalrand nach aussen, übrige Grenzen normal. Herztöne rein. Urin nicht abnorm.

Pat. erhält zunächst grosse Dosen Jodkalium, aber völlig erfolglos. Die Anfälle kehren mit Heftigkeit wieder. Besonders stark sind dieselben nach Mitternacht vom 4. — 5. und vom 5. — 6. Sept. Desgleichen kommen starke Anfälle am Tage. Ganz freie Intervalle bestehen überhaupt nicht. Am 5. Sept. Morgens Puls 120, Temp. 37.1; Abends Puls 100, Temp. 39,9. Zahl der Respirationen 40.

Am 6. Sept. Vormittags während eines heftigen Anfalls wird Pat. aus dem Bett gehoben und vor den in der Nähe befindlichen pneumatischen Apparat gesetzt. Die Luft desselben wird um $^1/_{48}$ Atmosphären-Druck comprimirt, und man instruirt die Pat., wie sie dieselbe einzuathmen hat. Anfangs glaubte ich selbst eben so wie die übrigen Anwesenden nicht, dass es ihr bei ihrer Dyspnoë gelingen wird, die Maske vor dem Gesichte zu ertragen. Auf eifriges Zureden macht sie mehrere Athemzüge aus dem Apparat, und da sie einige Erleichterung dabei zu verspüren glaubt, so giebt sie sich Mühe, mit dem Athmen fortzufahren. Sie hat noch nicht den ersten Cylinder entleert, als sie schon entschieden besser zu athmen im Stande ist und selbst die Fortsetzung des Versuchs verlangt. Es gelingt ihr, drei Cylinder der comprimirten Luft einzuathmen, während dessen die Dyspnoë mehr und mehr schwindet und der Anfall fast coupirt wird. Nachmittags werden noch einmal 2 Cylinder voll comprimirter Luft eingeathmet. Zahl der Respirationen auf 24 herabgegangen. Morgens Temp. 36,4, Puls 96; Abends Temp. 36,8, Puls 88. Jede andere Medication wird ausgesetzt.

Die Nacht darauf schläft Pat. zum ersten Male gut. Sie wird durch keinen Anfall gestört. Auch am anderen Morgen nur geringe Athemnoth. Appetit noch gering. Morgens Puls 96, Temp. 36,5; Abends Puls 88, Temp. 35,8.

Schon am 7. Sept. schwindet die Dyspnoë ganz. Nachts darauf wiederum guter Schlaf; keine Spur von Anfall. Appetit gut.

Mit den Einathmungen comprimirter Luft wird täglich fortgefahren, zuerst noch $^1/_{48}$ Atm.-Druck, später $^1/_{60}$. Vom 12. Septbr. an wird auch täglich in verdünnte Luft ausgeathmet ($^1/_{60}$ Atm.-Druck).

Pat. bleibt bis zum 16. Sept. in der Charité. Während dessen kein Anfall mehr; auch sonst keine Spur von Beklemmung. Pat. fühlt sich vollkommen wohl; hat keinerlei Klagen. Schlaf ungestört, Appetit gut, Puls von guter Qualität, am 9. und 10. Sept. 80—84, später 72—76. Temp. zwischen 36,1—37,1 schwankend. Während anfangs wegen der grossen Dyspnoë nicht daran gedacht werden konnte, am Spirometer und Pneumatometer zu messen, geschieht dies zum ersten Male am 14. Sept. Man erhält hier bereits relativ hohe Masse: Vitale Capacität 2300 Ccm.; Inspirationskraft 70 Mm., Exspira-

tionskraft 60 Mm. Am 16. Sept. sind die Masse bereits wesentlich gesteigert: Vitalcapacität 2700 Ccm., Inspirationskraft 120 Mm., Exspirationskraft 114 Mm. Diese Werthe entsprechen nicht nur der Norm, sondern repräsentiren selbst relative hohe Masse bei Frauen: die Inspirationskraft scheint sogar über die Norm gesteigert.

Bei der Entlassung der Pat. am 16. Sept. ergiebt die Percussion, dass das Herz noch von der Lunge überdeckt ist, dass aber die Lungengrenze in der Mammillarlinie bis zur 8. Rippe hinaufgerückt ist. Lebergrenzen normal: oben 4. Rippe, nach unten den Rippenrand nicht überragend. Ueberall lautes reines vesiculäres Athmen, keine Spur von Pfeifen und Schnurren.

Dieser Fall giebt uns ein gutes Beispiel von Coupirung eines asthmatischen Anfalls, wie ich sie ähnlich in einer ganzen Reihe von Fällen gesehen. Es ist nicht wahrscheinlich, dass hiermit die Wiederkehr der Anfälle verhütet war; hierzu dauerte die Behandlung viel zu kurze Zeit, denn die Pat. musste aus dem Krankenhause entlassen werden, so wie sie sich wieder wohl und arbeitsfähig fühlte.

12. Asthma bronchiale. Emphysem. Bronchitis. 25. September 1873. Ibrg., Sohn eines sehr geschätzten Collegen in Breslau, 13 Jahre alt, wird mir von seinem Vater zur pneumatischen Behandlung zugeführt. Seit dem Januar desselben Jahres leidet er an nächtlichen asthmatischen Anfällen, die stets von Husten und Schnupfen begleitet werden. Auch in den Intervallen dauert der Schnupfen anhaltend, der Husten zeitweise fort. Die ersten Anfälle dauerten 1—4 Stunden, die späteren nur ca. 15 bis 20 Minuten. Sie traten bisher ungefähr alle 6—8 Wochen auf und wiederholten sich dann gewöhnlich zwei oder mehrere Nächte hinter einander. Letzter Anfall vor 3 Wochen.

Gegenwärtig besteht noch etwas Husten und Schnupfen. Dyspnoë bei stärkeren Bewegungen.

Pat. ist etwas schwächlich gebaut, von blassem Aussehen. Die Untersuchung der Brust ergiebt: Erweiterung der unteren Lungengrenzen um die Breite zweier Intercostalräume, Herz von den Lungen überdeckt. Ueberall am Thorax vesiculäres Athmen mit lautem Pfeifen. Im Pharynx und in der Nase ausser einer leichten allgemeinen Schleimhautschwellung der letzteren nichts abnormes. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 60 Mm. Vitale Capacität 1900 Ccm.

Therapie: Exspirationen in verdünnte Luft, zu denen später auch noch Inspirationen comprimirter Luft hinzugefügt wurden; ferner Nasendouche mit Kochsalz und Inhalationen mit Salmiak und Terpenthinöl.

Am 11. Oct. 1873: Husten ist auf einen sehr geringen Grad reducirt. Keine Dyspnoë. Untere Lungengrenzen vollkommen normal, auch Herz nicht mehr überdeckt. Bei der Auscultation hört man noch hier und da Pfeifen. Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 90 Mm. Vitale Lungencapacität 2500 Ccm.

Der kleine Patient reist nun nach Hause und setzt später die pneumatische Behandlung so wie die übrige Therapie unter Leitung seines Vaters fort. Auch gebraucht er zeitweise auf meinen Rath kleine Dosen Arsenik.

Am 20. Februar 1874 erhielt ich von dem Herrn Collegen die Mitthei-

lung, er sei „in der glücklichen Lage, ein sehr günstiges Resultat constatiren zu können". Sein Sohn habe am 30. October noch einen asthmatischen Anfall gehabt und sei von da an vollkommen frei geblieben. Sein Exspirationsdruck am Pneumatometer sei auf 150 Mm. gestiegen. Die Lungengrenzen seien normal, der Bronchialcatarrh vollständig geschwunden. „Das Allgemeinbefinden des Knaben ist ganz zufriedenstellend, so dass er ununterbrochen die Schule besuchen kann."

Im September 1874 bei meiner Anwesenheit in Breslau erfuhr ich zu meiner Freude, dass der Knabe vollkommen gesund geblieben ist.

Am 3. April 1880 erhielt ich, auf meine Erkundigung über den weiteren Verlauf der Krankheit und das gegenwärtige Befinden des jungen Menschen, von dem Herrn Collegen, seinem Vater, folgenden Brief:

„Ich bin in der glücklichen Lage, Ihnen über den Gesundheitszustand meines Sohnes Ludwig einen recht günstigen Bericht abstatten zu können. Derselbe tritt jetzt in das 4. Semester seiner juristischen Studienzeit, ist ein grosser, kräftiger Mensch geworden und seit Weihnachten 1875 von seinem Asthma befreit.

„Das im Herbst 1873 nach Ihrer Verordnung und unter Ihrer gütigen Aufsicht begonnene Kurverfahren (Anwendung Ihres pneumatischen Apparates, Inhalation und zeitweiser Gebrauch von Arsen) hatte ich continuirlich 9 Monate lang ununterbrochen mit bestem Erfolge fortgesetzt. Die Anfälle liessen an Intensität nach, die freien Intervalle dauerten länger an. Im Sommer 1874 ging mein Sohn nach Colberg. In der ersten Nacht traf ihn daselbst, vielleicht durch die anstrengende Reise und die rauhere Temperatur veranlasst, ein sehr heftiger asthmatischer Anfall, der sich in Colberg nicht mehr wiederholte. Im Gegentheil schien er gegen jeden Temperaturwechsel gewaffnet und vertrug die Seebäder während seines 6wöchentlichen Aufenthaltes vortrefflich. Nach Breslau zurückgekehrt, besuchte er ohne Unterbrechung die Schule und wurde nur alle 2—3 Monate von leichten Anfällen heimgesucht. Dieselben veranlassten mich, ihn im Sommer 1875 nach einem hochgelegenen Ort unseres Riesengebirges zu schicken. Dort verblieb er 8 Wochen, machte täglich ohne Beschwerden die anstrengendsten Gebirgspartien und kam sehr gekräftigt nach Hause. Wie schon oben erwähnt, trat um Weihnachten desselben Jahres im Gefolge eines durch starke Erkältung zugezogenen Katarrhs der letzte asthmatische Anfall ein. Von da ab blieb er bis zum heutigen Tage vollständig frei. Er turnt, schwimmt (ist Stundenschwimmer), ist Verbindungsstudent, schlägt eine gute Klinge ohne jegliche Athembeschwerde. Trotzdem lässt sich durch die physicalische Untersuchung ein geringes rechtsseitiges Emphysem constatiren, was er wohl, obwohl es ihn nicht im geringsten stört, zur Erinnerung an die traurigen Jahre seiner Krankheit behalten wird.

„Indem ich an dieser Stelle nochmals Veranlassung nehme, Ihnen für den gütigen ärztlichen Beistand meinen wärmsten Dank auszusprechen, ist es meine volle Ueberzeugung, dass ich vor allem Ihrem pneumatischen Apparate den günstigen Erfolg bei der Krankheit meines Sohnes zu danken habe."

13. Asthma bronchiale. Emphysem. Bronchitis. Cirrhosis pulmonum. 6. November 1873. Frau Sng., 34 Jahre alt, leidet seit 8 Jahren an heftigem Husten und jährlich mehr sich steigernder Athemnoth. Letztere ist permanent vorhanden, hindert jede angestrengtere Bewegung und steigert sich zeitweise zu äusserst heftigen Paroxysmen. Diese asthmatischen Anfälle haben in letzter Zeit an Dauer und Heftigkeit sich zu einem unerträglichen Grade gesteigert. Seit dem August, d. i. seit vollen drei Monaten, häuften sich die Anfälle derart, dass sie Tag und Nacht permanent andauerten, und nur wenige Intervalle von einigen Tagen vorhanden waren. Pat. muss, obgleich sie allabendlich Salpeterpapier mit einiger Erleichterung anzündet, doch jede Nacht ausserhalb des Bettes auf dem Lehnstuhl zubringen und ist auch dann nicht von Asthma frei. Der Husten ist ziemlich heftig, steht aber nicht im Verhältniss zum Asthma. Pat. hat bereits zum öfteren Blut ausgehustet. Appetitlosigkeit. Ziemliche Abmagerung.

Am 6. November 1873 kommt sie in meine Behandlung. Starke objective und subjective Dyspnoë. Brust ziemlich gewölbt. Ueberall abnorm sonorer, sehr tiefer Schall; nur in der rechten Infraclaviculargrube neben dem Sternum leichte Dämpfung. Das Herz ist vollständig von Lunge überdeckt. Die Lungen reichen bis nahe zum Rippenrand. Ueberall am Thorax hört man auffallend leises vesiculäres Athmen mit sparsamem dumpfen Rasseln; nur rechts oben, vorn sowohl wie hinten, ist das Athmungsgeräusch deutlich bronchial. Vitale Lungencapacität 1450 Ccm. Inspirationszug 40 Mm. Exspirationsdruck 50 Mm.

In diesem Falle besteht offenbar neben dem Asthma bronchiale ein Verdichtungsherd im oberen rechten Lungenlappen, wahrscheinlich Cirrhosis pulmonis in Folge eines älteren pneumonischen Processes.

Auf diesen letzteren legte ich anfangs das grössere Gewicht und liess nur comprimirte Luft inspiriren und Tannin mit Carbolsäure inhaliren. Husten und Beklemmung besserten sich zwar unter dieser Medication, aber sehr langsam und nur unerheblich. Ich ging deshalb schon Ende November dazu über, neben der Inspiration comprimirter Luft auch Exspirationen in verdünnte Luft gebrauchen zu lassen und statt der früheren Inhalation eine solche von Kochsalz mit Oleum Terebinthinae zu verordnen. Von der comprimirten sowohl wie von der verdünnten Luft wurden anfangs 2, später 3 bis 4 Cylinder täglich gebraucht, anfangs von $^1/_{60}$ Atmosphärendruck, später von ersterer auf $^1/_{34}$, von letzterer auf — $^1/_{47}$ Atmosphärendruck steigend.

Pat. gebraucht die Kur mit Unterbrechungen bis zum 1. Juli 1874, im ganzen 128 Mal. Seit dem Beginn der Behandlung sind niemals wieder annähernd so heftige oder andauernde Anfälle wie vorher aufgetreten. Zwar war sie nicht von Anfällen verschont; aber diese traten selten, mit Intervallen von Wochen auf und dauerten auch meist nicht länger als 1 — 2 Tage an. Pat. schläft allnächtlich in ihrem Bett und steckt das Salpeterpapier nur noch zeitweise an, wenn sie die Empfindung eines drohenden Anfalls hat. Sie ging den ganzen Winter nicht nur ihrer häuslichen Beschäftigung nach, sondern machte auch weite Wege, indem sie die Kur in meinem Hause gebrauchte. Der Husten hat sich sehr wesentlich gemildert, tritt am Tage oder in der Nacht nur noch selten auf, meist nur geringfügig des Morgens. Die

Dyspnoë in den Intervallen macht sich nur noch beim schnellen Treppensteigen geltend. Appetit ist rege geworden. Keine Abmagerung mehr; vollkommen gesundes Aussehen. Pat. ist von ihrem subjectiven Befinden ausserordentlich befriedigt.

Die Untersuchung der Brust ergiebt das Fortbestehen der Dämpfung in der Fossa infraclavicularis dextra, dagegen vollkommen normale Lungengrenzen, Herz nicht mehr überdeckt. Ueberall am Thorax mässig lautes, reines vesiculäres Athmen; nirgends mehr Bronchialathmen. Vitale Capacität 2800 Ccm. Inspirationszug 70 Mm. Exspirationsdruck 85 Mm. Pat. vermag das Quecksilber am Pneumatometer während der Inspiration 2 Secunden lang auf 60 Mm., während der Exspiration desgleichen auf 60—70 Mm. zu erhalten. Pat. hat anfänglich nur mit Mühe beim Ausathmen in verdünnte Luft den Cylinder um 3 Ctm. gehoben, jetzt kann sie es bequem 5 Ctm.

Am 2. October 1877, also $3^1/_4$ Jahre später, stellt sich Pat. mir von neuem vor. Sie theilt mir mit, dass sie mehr als 3 Jahre hindurch, nachdem sie ihre Kur bei mir beendet, auch nicht von einem einzigen ausgebildeten asthmatischen Anfall heimgesucht worden sei; auch nicht in einer einzigen Nacht habe sie das Bett zu verlassen nöthig gehabt. Nur sehr selten haben sich Andeutungen von Beklemmung gezeigt, die aber niemals zu einem wirklichen Anfall sich gesteigert haben. Pat. hat denn bei solchen Gelegenheiten zu Hause noch öfter den pneumatischen Apparat in vorgeschriebener Weise benutzt. Der Husten war gleichfalls stets nur sehr geringfügig und überhaupt nur noch Morgens bemerkbar. Ihr subjectives Befinden war ausgezeichnet, und sie war thätig, wie in gesunden Tagen. — Vom 12. August jedoch bis zum 5. September 1877 stellten sich wieder asthmatische Anfälle ein, deretwegen sie Nachts das Bett verlassen musste. Sie gebrauchte von neuem den pneumatischen Apparat und befindet sich seitdem vollkommen wohl.

Pat. sieht blühend und kräftig aus und hat merklich an Fett und Muskeln gewonnen. Die Untersuchung der Brust ergiebt vollkommen normale Lungengrenzen. Unter der rechten Clavicula neben dem Sternum besteht noch geringfügige Dämpfung. Ueber den Lungen überall wenig lautes, aber doch gut vernehmliches vesiculäres Athmen, rechts sowohl oben wie unten hie und da etwas Pfeifen. Inspirationskraft 80 Mm. Exspirationskraft 86 Mm. Vitalcapacität 2300 Ccm.

Ich sah Pat. darauf nicht wieder bis zum 7. Januar 1879. Nach ihrer Mittheilung war sie im October 1877 an einer „Lungen- und Brustfellentzündung“ 14 Tage lang bettlägerig gewesen, hat sich aber dann schnell erholt und vollkommen wohl befunden. Seit dem September 1878 indess leide sie wieder an knapper Luft beim Gehen und Steigen, auch sei der Husten vermehrt. Ein nächtlicher asthmatischer Anfall sei nur einmal, und zwar im October, dagewesen. Sie giebt an, zu Hause comprimirte Luft eingeathmet und in verdünnte Luft ausgeathmet zu haben.

Die Untersuchung der Brust ergab noch die geringfügige Dämpfung unter der rechten Clavicula. Die Lungen waren wieder bis zum freien Rippenrande ausgedehnt und bedeckten das Herz. Ueberall nicht sehr lautes vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration und spärlichem Pfeifen. Seit-

dem habe ich die Patientin nicht wiedergesehen, auch nichts wieder über sie erfahren.

14. Asthma bronchiale. Emphysem. Bronchitis. 30. December 1873. Klm., Gutsbesitzer, 49 Jahre alt. Seit 10 Jahren Husten. Vor 3 Jahren, nachdem Pat. zwei Tage zuvor ein römisches Bad zu seinem Vergnügen genommen, erster asthmatischer Anfall, plötzlich auftretend, mehrere Tage andauernd. Von da an Steigerung des Hustens, namentlich Morgens sehr heftig. Ausserdem besteht seitdem perpetuirlich Dyspnoë, welche fast täglich sich Abends und Morgens zu einem asthmatischen Anfall steigert und zeitweise zu heftigen langdauernden Anfällen exacerbirt.

Kräftige Constitution. Brust stark gewölbt. Die Lungen überdecken das Herz und reichen bis nahe an den freien Rippenrand. Die obere Kuppel des Zwerchfells ist bis zum 6. Intercostalraum in der Mammillarlinie herabgedrängt, in gleichem Verhältniss die Leber unter den Rippenrand. Der Percussionsschall ist überall sonor und tief. Ueberall am Thorax vesiculäres Athmen und Pfeifen. Vitale Capacität 2500 Ccm. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 70 Mm.

Die am 30. December 1873 eingeleitete Behandlung besteht in Exspirationen in verdünnte Luft, später auch Inspirationen comprimirter Luft; ausserdem Inhalationen von Salmiak und Terpenthinöl; Einreiben der Brust mit einem terpenthinölhaltigen Liniment.

Schon in den ersten Tagen der Behandlung tritt der Erfolg unverkennbar hervor. Die Dyspnoë lässt zuerst am Tage nach und kommt dann auch Morgens und Abends nicht mehr zum Vorschein. Pat. fährt täglich $1^1/_2$ Stunden lang mit der Eisenbahn zu mir; während er in den ersten Tagen stark dyspnoëtisch war, fühlt er später keine Spur von Unbehagen. Im Januar meldet sich noch zuweilen auf kurze Zeit eine Anwandlung von Asthma, später kommt keine Spur davon mehr wieder. Auch der Husten mildert sich merklich und wird zuletzt nur noch sehr unbedeutend. Pat., früher sich höchst unglücklich fühlend, ist jetzt vergnügt und lebensmuthig, wie er seit dem Beginn seiner Krankheit niemals war.

Am 4. März 1874 Beendigung der Kur. Die Percussion ergiebt vollkommen normale Grenzen der Lungen, so wie normalen Stand des Zwerchfells und der Leber. Vitale Capacität 2800 Ccm. Inspirationszug 150 Mm. Exspirationsdruck 160 Mm.

Im folgenden Sommer hatte ich noch zum öfteren Nachrichten über sein Befinden. Dieselben lauteten stets vollkommen günstig.

15. Asthma bronchiale. Emphysem. Bronchitis. 20. April 1874. Frl. Bck., 28 Jahre alt, wird mir von Herrn Geh. R. Prof. Esmarch zur Behandlung überwiesen. Seit 8 Jahren Husten, anfangs nur im Winter; seit 6 Jahren Husten permanent im Sommer und Winter, mit Asthma verbunden. Die asthmatischen Anfälle treten gleichzeitig mit Exacerbationen des Hustens auf, dauern meist 8 Wochen oder länger mit geringen Remissionen, sind am heftigsten in der Nacht, so dass Pat. keine Nacht im Bette zu verweilen oder es auch nur aufzusuchen vermag, sondern den grössten Theil derselben mit hoch-

gradiger Orthopnoë auf dem Stuhle sitzend zubringt. Auch nach Ablauf der asthmatischen Anfälle ist Pat. noch hochgradig dyspnoëtisch, sie vermag wenig zu gehen oder Treppen zu steigen, hustet dauernd und fühlt sich sehr schwach und erschöpft. Gewöhnlich dauern diese auch nur unvollständigen Intervalle kaum wenige Wochen und sind zeitweise auch noch von nächtlichen asthmatischen Anfällen unterbrochen. Namentlich während des Herbstes und Winters kommen Zeiten, die gänzlich frei von Asthma sind, nur höchst selten vor. Im letzten Winter gebrauchte Pat. Arsenik; die asthmatischen Anfälle traten zwar etwas milder, aber nicht seltener auf. Sie blieb kaum wenige Wochen verschont. Gegenwärtig ist eine Remission des Anfalls und des Hustens. Dennoch ist die Dyspnoë sehr hochgradig bei jeder Bewegung, und Pat. vermag keine Nacht wegen Husten und Dyspnoë Schlaf zu finden. Seit 6 Jahren leidet Pat. auch an chronischem Rheumatismus, welcher zur leichten Anschwellung der Hand-, Finger- und Zehengelenke geführt hat. Menses sind unregelmässig, oft 6—8 Wochen pausirend. Appetit bei den Anfällen gestört. Häufig Diarrhoe.

Pat. sieht äusserst blass und sehr entkräftet aus. Grosser Wuchs, zarter Knochenbau. Brust ziemlich gut gewölbt. Die Lungen sind bis zum freien Rippenrand ausgedehnt und überdecken das Herz. Die obere, von Lungen überdeckte Lebergrenze beginnt erst an der 6. Rippe, und dem entsprechend überragt auch der untere Leberrand die freien Rippen. Ueberall leises vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration, Pfeifen, Schnurren und sparsamem Rasseln. Herz gesund. Pulmonalarterienton verstärkt. Urin dunkelroth, sedimentirend.

Vitale Lungencapacität 950 Ccm. Inspirationszug 58 Mm. Exspirationsdruck 18 Mm.

Behandlung: Inspiration comprimirter Luft, gefolgt von Exspirationen in verdünnte Luft, erstere anfangs 1, später 2 bis 3 Cylinder, letztere anfangs 2, später 3 bis 4 Cylinder. Ausserdem Inhalationen von Kochsalz und Ol. Terebinth. Einreibung der Brust mit Terpenthinöl-Liniment.

Die Besserung macht sich vom 1. Tage der Behandlung an bemerklich. Schon nach wenigen Tagen schläft Pat. in ihrem Bette fast die ganze Nacht hindurch, ohne von Husten oder Dyspnoë gestört zu werden. Es kommt ihr selbst, wie sie sich ausdrückt, wenn sie des Morgens erwacht, kaum glaublich vor, dass sie hat in ihrem Bette bis zum Morgen schlafen können. Auch bei Bewegungen und beim Treppensteigen äussert sich die Dyspnoë immer weniger, und nach kurzer Zeit wird sie überhaupt nicht mehr von derselben, ausser beim Treppensteigen, belästigt. Sie geht spazieren und ist thätig wie in gesunden Tagen, was sie seit Jahren nicht vermochte. Der Husten verliert sich zwar nicht ganz, ist aber sehr milde und wenig belästigend.

Am 4. Juli 1874. Beendigung der Kur. Es war während der ganzen Zeit keine Andeutung eines asthmatischen Anfalls da gewesen. Keine Dyspnoë bei Bewegungen, nur noch etwas beim Treppensteigen. Wenig Husten. Allnächtlich guter Schlaf. Die Percussion ergiebt vollkommen normale Lungengrenzen. Herz nicht überdeckt, Leber nicht mehr den Rippenrand überragend und obere Grenze derselben zum 4. Intercostalraum hinaufgestiegen. Ueberall reines vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Vitale

Lungencapacität 2200 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 60 Mm.

Pat. reist nun aufs Land. Am 26. September kehrt sie wieder zurück. Sie berichtet, sich bis Ende Juli vollkommen wohl befunden zu haben. Sodann steigerte sich wieder der Husten, störte die Nächte, und später trat auch Luftbeklemmung hinzu; aber beides war nur von relativ geringer Intensität, gar nicht zu vergleichen mit früher. Ein asthmatischer Anfall war nicht wieder da gewesen, ausser im September in einer Nacht eine Andeutung eines solchen von 1—2 Stunden Dauer. Pat. fühlt sich etwas angegriffen und matt.

Die Untersuchung der Brust ergiebt wieder Ausdehnung der Lungen über das Herz und bis nahe an den Rippenrand. Ueberall vesiculäres Athmen mit Pfeifen und Schnurren. Vitale Capacität 1850 Ccm. Inspirationszug 70 Mm. Exspirationsdruck 40 Mm.

Pat. wünscht die pneumatische Kur wieder aufzunehmen; da sie aber fürchtet, im Winter nicht ausgehen zu können, so schafft sie sich selbst einen Apparat an. Im Winter besucht sie mich einige Male. Der Husten und die damit verbundene Dyspnoë dauern zwar den ganzen Winter mit zeitweisen Exacerbationen und Remissionen an, aber unvergleichlich weniger heftig als in den früheren Jahren, so dass Pat. allnächtlich im Bette zubringen und mit Unterbrechungen schlafen kann. Ein eigentlicher asthmatischer Anfall tritt während des ganzen Winters nicht auf; erst Ende Februar, unmittelbar nachdem Pat. an einem der kältesten Tage ausgegangen, kehrte ein Anfall wieder, welcher zwar ziemlich heftig auftrat, aber nach vier Tagen wieder wich. Später wieder Wohlbefinden.

16. Asthma bronchiale. Emphysem. Bronchitis. 30. April 1874. D'Hr., Rentier, 54 Jahre alt. Seit 22 Jahren Husten, seit 20 Jahren Asthma. Pat. ist seitdem permanent dyspnoëtisch, bald mehr bald weniger; ausserdem treten in Intervallen von mehreren Tagen bis höchstens mehreren Wochen Anfälle auf, mit äusserster Heftigkeit mehrere Tage und Nächte andauernd, so dass Pat. im Bette nicht zuzubringen vermag.

Es giebt kaum ein Mittel, welches Pat. bisher nicht gebraucht hat, alles erfolglos. Ich erwähne namentlich Terpenthininhalationen, Arsenik, pneumatische Cabinette (in Montpellier und Nizza). Die letzteren haben ihm so wenig genützt, dass er nicht einmal, während er im Cabinet sass, Erleichterung fühlte.

Pat. ist sehr kräftig gebaut und hat einen starken Panniculus adiposus. Thorax sehr ectatisch. Die Lungen reichen bis zum freien Rippenrand und überdecken das Herz. Herzstoss im 6. Intercostalraum nach innen von der Mammillarlinie; Herztöne normal. Obere Lebergrenze beginnt in der Mammillarlinie an der 6. Rippe, die untere Grenze überragt um 3 Ctm. den freien Rippenrand. Ueberall am Thorax reichliches lautes Pfeifen, das leise Athmungsgeräusch überdeckend. Puls 84, ziemlich voll, mässig gespannt. Appetit gut. Stuhlgang retardirt.

Vitale Lungencapacität 3000 Ccm.; Inspirationszug 110 Mm.; Exspirationsdruck 100 Mm.

Behandlung besteht in Inspirationen comprimirter Luft, gefolgt von Ex-

spirationen in verdünnte Luft. Regelmässiger Gebrauch der Kur täglich einmal, vom 30. April bis zum 29. Mai.

Während dieser Zeit tritt kein asthmatischer Anfall auf. Husten vermindert, desgleichen sehr wesentlich die Dyspnoë. Letztere ist indess bei Beendigung der Kur noch nicht vollkommen beseitigt, tritt wenigstens bei starken Bewegungen noch auf.

Die Untersuchung der Brust ergiebt: vollkommen normale Lungengrenzen, normale Lage der Leber; Herz nicht mehr vollständig von Lunge überdeckt. Dagegen ist überall am Thorax noch sparsames Pfeifen neben vesiculärem Athmen hörbar. Vitale Capacität der Lungen: 3550 Ccm.; Inspirationszug 150 Mm.; Exspirationsdruck 160 Mm.

Pat. geht auf's Land und will sich einen pneumatischen Apparat anschaffen, um die Kur noch fortzusetzen. Ueber den weiteren Verlauf der Krankheit habe ich nichts erfahren.

17. Asthma bronchiale. Emphysem. Bronchitis. 2. Mai 1874. Dck., 38 Jahre alt, Telegraphenbeamter, von Herrn Collegen Dr. Sachse mir zugewiesen. Seit 10 Jahren Husten mit häufigen Exacerbationen mehrmals jährlich, die sich mit hochgradigen asthmatischen Anfällen combinirten und meist 14 Tage oder länger andauerten. Seit 2 Jahren sind die Anfälle viel häufiger geworden, sie traten in Intervallen von 2—3 Wochen auf und dauerten 6—8 Tage; auch in den Intervallen bestand Dyspnoë und starker Husten. Seit dem Beginn des letzten Frühjahrs hat Pat. allwöchentlich einen asthmatischen Anfall, der kaum beendet, sofort dem folgenden Platz macht, so dass Pat. fast kaum einen Tag ganz frei von Asthma sich befindet. Husten ist heftig. Pat. ist abgemagert und ausserordentlich matt. Seit mehreren Wochen hat er Abends Frösteln, gefolgt von Hitze. Es wird dem Pat. ausserordentlich schwer, mich zu besuchen; die Treppen kann er nur mit äusserster Mühe hinaufkommen.

Pat. hat zahlreiche Curen ohne Erfolg gebraucht. Auch das pneumatische Cabinet benutzte er und fühlte sich zwar, so lange er darin sass, erleichtert, dagegen war jedesmal schon 1 Stunde später der Zustand wie zuvor, und in der Häufigkeit und Heftigkeit der Anfälle war keinerlei Besserung bemerkbar.

Status praesens: Starke objective und subjective Dyspnoë. Blässe und Abmagerung. Brust wenig beweglich, nicht ausgesprochen ectatisch. Percussionsschall über dem Thorax nicht so tief sonor wie sonst gewöhnlich bei Emphysematikern. Lungen reichen bis zum freien Rippenrand und überdecken das Herz. Obere und untere Lebergrenze ist um ca. 3 Ctm. herabgedrängt. Ueberall am Thorax sehr leises vesiculäres Athmen, an den unteren Partien überdeckt von Pfeifen, Schnurren und Rasseln. Herztöne rein.

Vitale Lungencapacität 2400 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 90 Mm. (Diese Abweichung der pneumatometrischen Werthe von dem sonst bei Emphysem beobachteten ist möglicherweise durch kleine, der Percussion nicht zugängliche Verdichtungsherde in den Lungen bedingt. Der spätere Verlauf der Krankheit hat diese meine anfängliche Vermuthung bestätigt.)

Therapie: Inspiration comprimirter Luft, dazwischen Exspiration in verdünnte Luft; ausserdem Inhalationen mit Kochsalz und Terpenthinöl.

Die Kur wird mit verschiedenen Unterbrechungen vom 2. Mai bis zum 18. August gebraucht.

In der ersten Woche der Kur traten noch in zwei Nächten asthmatische Anfälle auf, aber schwächer als die früheren und nur mehrere Stunden andauernd. Es folgte sodann ein freies Intervall von ca. 14 Tagen, darauf leichter Anfall, gleichfalls nur mehrere Stunden andauernd. Sodann Intervall von ca. 3 Wochen, worauf ein etwas stärkerer Anfall von 24 Stunden Dauer. Hierauf Intervall von ca. 5 Wochen; Anfall noch etwas stärker, aber bei weitem noch nicht so heftig wie sonst, 48 Stunden dauernd. Nunmehr seit 5 Wochen ganz anfallsfrei. Der Husten liess erst nach Verlauf von etwa 3 Wochen sehr merklich nach, wurde dann immer geringer, seit 3 Wochen ist er nur noch sehr geringfügig. Die Dyspnoë in den Intervallen ist vollkommen geschwunden, so dass Pat. die Treppen ohne Mühe hinaufsteigt. Das Fieber war schon in der ersten Zeit geschwunden, der fehlende Appetit zurückgekehrt, und der Pat. hat dann an Fleisch und Kräften merklich zugenommen.

Am 18. August 1874 ergiebt die Percussion: vollkommen normale Lungengrenzen. Herz nicht mehr überdeckt. Normaler Stand der Leber. Ueberall lautes reines vesiculäres Athmen, weder Pfeifen noch Rasseln. Vitale Lungencapacität 4000 Ccm. Inspirationszug 110 Mm. Exspirationsdruck 130 Mm.

Auf meine Erkundigung bei Herrn Collegen Sachse über den weiteren Verlauf der Krankheit erhielt ich von demselben d. d. 2. April 1880 folgende Mittheilung:

„Ueber pp. Dck. kann ich Ihnen leider nur wenig genaues mittheilen. Seit 1876 oder 77 habe ich die Behandlung dem Collegen Eberty überlassen, der mir über seine Krankheiten mittheilte, dass er den D. mehrfach an seinem emphysematischen Leiden, sowie an chronischem Magenkatarrh behandelt habe. Das Emphysem machte dem Kranken viel zu schaffen, besonders durch die sich öfters wiederholenden Asthma-Anfälle, so dass er nur ab und zu Dienst thun konnte. Im Herbst 1878 bekam er etwas Haemoptoë, ganz unbedeutend, im Juni 79 wiederholte sich die Haemoptoë aber in sehr heftiger Weise, und rapide ging er zu Grunde. Das ist alles, was mir Eberty über ihn mittheilen konnte. Ich hätte gern genauere Erkundigungen bei der Frau D. eingezogen, indess ist dieselbe seit 3 Wochen im Irrenhause, möglichenfalls an Paralyse leidend."

18. Asthma bronchiale. Emphysem. 17. Juli 1874. Graf Sw., 12 Jahre alt. Hatte im 3. Lebensjahre eine heftige Bronchitis, welche chronisch wurde und häufig exacerbirte. Schon bei der initialen acuten Bronchitis wurden die ersten asthmatischen Anfälle beobachtet, welche seitdem — also seit vollen neun Jahren — den Kranken nicht verlassen haben. Dieselben treten gleichzeitig mit einer Exacerbation des Hustens auf, beginnen meist Nachts und dauern mehrere Tage und Nächte hinter einander. Die Intervalle zwischen den Anfällen belaufen sich meist nur auf wenige Tage, nur ausnahmsweise

sind zuweilen freie Zeiten von einigen Wochen beobachtet worden. Der Husten tritt in ausserordentlich heftigen Paroxysmen auf, löst sich gegen Ende des Anfalls, dauert aber auch während der Intervalle in geringerem Grade an. Die Dyspnoë macht sich auch in den freien Zeiten zwischen den Anfällen beim Gehen und Steigen sehr bemerklich. Der Knabe ist dabei sehr heruntergekommen, sieht blass aus. Nachts Incontinentia urinae.

Die Grösse des Pat. ist seinem Alter entsprechend. Schon ohne dass er entkleidet wird, macht er den Eindruck eines Kyphotischen wegen seiner hervorspringenden Brust. Bei der Inspection des Körpers ergiebt sich keine Spur von Kyphose. Dagegen bildet das Brustbein mit den daran befestigten Rippenknorpeln eine starke Prominenz, kaum weniger hochgradig wie bei wirklicher Kyphose, jedoch von dieser unterschieden und dadurch characteristisch, dass die Prominenz nach unten zunimmt und am stärksten in dem untersten Abschnitt, am Proc. xiphoideus, hervortritt, so dass die unterste Circumferenz des Thorax dadurch auffallend erweitert ist. An den Lendenwirbeln findet sich eine schwache Lordosis. Die Percussion ergiebt: Das Herz ist von den Lungen vollkommen überdeckt; dieselben reichen beiderseits bis an den freien Rippenrand. Die Leber ist um 4 Ctm. herabgedrängt. Ueberall am Thorax lautes Pfeifen. Herz nicht abnorm. Vitale Lungencapacität 1200 Ccm. Inspirationszug 70 Mm. Exspirationsdruck 30 Mm.

Behandlung am 25. Juli beginnend: Inspiration comprimirter Luft (1 Cylinder, später 2—3), Exspiration in verdünnte Luft (2—4 Cylinder), zum Schluss Inspiration comprimirter Luft (1 Cylinder); ausserdem Inhalationen von Natr. chlorat. und Ol. Terebinth.

1. August 1874, nach 8tägigem Gebrauch der Kur: Husten wesentlich gemildert. Nächte frei von asthmatischen Anfällen. Auch am Tage ist die Dyspnoë geringer geworden. Vitale Capacität ist auf 1650 Ccm. gestiegen; Inspirationszug 100 Mm.; Exspirationsdruck 60 Mm.

22. August 1874. Pat. hat vor 4 Tagen Nachts und Morgens wieder stärker gehustet und Luftbeklemmung empfunden, ohne dass es zu einem ausgebildeten Anfall kam; die Exacerbation ging schnell vorüber. Im übrigen war Pat. während der ganzen vierwöchentlichen Kur ganz frei von asthmatischen Anfällen und von Hustenparoxysmen geblieben. Er fühlt sich so vollkommen frei auf der Brust, wie er sich dessen überhaupt nicht erinnert. Er schläft die Nächte durch ohne Beklemmung und Husten. Auch am Tage meist gar kein Husten oder nur zuweilen ein unbedeutender. Kann Treppen ohne Mühe steigen. Sieht vortrefflich aus. Bei der Untersuchung des Thorax war für mich am interessantesten die wesentliche Verbesserung der Brustform, indem die Prominenz des Sternums sehr auffällig zurükgegangen war. Die Percussion ergiebt: Herz nicht mehr von den Lungen überdeckt, vollkommen normale Lungengrenzen, Leber in normaler Stellung. Bei der Auscultation hört man überall vesiculäres Athmen, aber noch vielfach mit pfeifender Exspiration. Vitale Capacität 1775 Ccm. Inspirationszug 96 Mm. Exspirationsdruck 70 Mm.

29. Aug. 1874. Beendigung der Kur. Günstiger Zustand wie vor 8 Tagen. Kein Anfall da gewesen. Husten äusserst selten und geringfügig. Die Brustprominenz erscheint nur noch unbedeutend. Percussion und Auscultation er-

giebt gleiches Resultat wie am 22. August. Vitale Lungencapacität 2000 Ccm. Inspirationszug 104 Mm. Exspirationsdruck 90 Mm.

Am 5. Februar 1875 kommt Pat. von neuem in meine Behandlung. Es wird folgendes berichtet: Nach Beendigung der Kur hat sich Pat. vier Wochen lang frei von jederlei Beschwerden und vollkommen gesund befunden. Später traten die Anfälle wieder auf, jedoch im ganzen entschiedener seltener und weniger heftig als in den früheren Jahren. Letzter Anfall vor 10 Tagen, 3 Tage dauernd. Besonders der Husten wesentlich milder geblieben, und es ist nicht zu den heftigen Exacerbationen gekommen, an die Pat. sonst gewöhnt war. Auch die Dyspnoë in den Intervallen ist nur gering. Im October hat Pat. in seiner Heimath noch einmal den pneumatischen Apparat während drei Wochen gebraucht, aber ohne Regelmässigkeit und unter besonders hinderlichen Umständen. Er fühlte zwar während des Gebrauchs gleichfalls eine Erleichterung, aber keine so durchgreifende wie bei der ersten Kur.

Die Untersuchung der Brust ergiebt wieder eine stärkere Prominenz des Brustbeins, wenn auch bei weitem nicht so erheblich, wie bei der ersten Untersuchung. Das Herz ist wieder von den Lungen überdeckt, und die untere Grenze der letzteren reicht wieder bis nahe an den Rippenrand. Ueberall über den Lungen lautes Pfeifen. Vitale Capacität 2000 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 90 Mm.

Die Kur wird nun in derselben Weise wie früher wieder aufgenommen. Vom ersten Tage an zeigt sich sofort wieder ihre Wirkung, indem Pat. gleich in der ersten Nacht vom Husten viel weniger belästigt wird und so gut und ungestört schläft, wie seit lange nicht. Die Besserung schreitet stetig fort. Husten wird immer unbedeutender. Keine Spur von Dyspnoë.

13. Februar. Die Prominenz des Sternum hat wesentlich nachgelassen. Der untere Thoraxraum, früher fassförmig erweitert, ist sichtlich in seiner untersten Circumferenz etwas schmäler geworden und zeigt gleichsam den Ansatz zu einer Taille. Das Herz ist nicht mehr ganz von den Lungen überdeckt. Die untere Grenze derselben reicht in der Mammillarlinie bis zur 8. Rippe. Bei der Auscultation hört man überall vesiculäres Athmen und vielfach noch Pfeifen. Vitale Capacität 2250 Ccm. Inspirationszug 100 Mm. Exspirationsdruck 120 Mm.

14. März. In der Zeit vom 2.—6. März Husten etwas vermehrt; auch zuweilen in der Nacht mit Husten und Beklemmung erwacht, schnell wieder eingeschlafen. In der Nacht vom 7. zum 8. März, bei dem plötzlichen Auftreten von Thauwetter, gleichzeitig mit anderen Asthmatikern, wieder asthmatischer Anfall mit vermehrtem Husten; aber kaum eine Stunde andauernd. Schon am folgenden Tage Besserung. Keine Dyspnoë wieder. Husten sehr geringfügig. Vollkommenes Wohlbefinden. Die physikalische Untersuchung ergiebt Status idem wie am 13. Februar.

31. August 1875. Pat. ist frei von asthmatischen Anfällen geblieben, hatte im Juni die Masern, auch während dessen keine Beklemmung. Pat. konnte sich Strapazen aussetzen ohne asthmatische Beschwerden. Ende Juli Armbruch. Seitdem wieder öfter keuchender Athem, aber nicht zum asthmatischen Anfall ausgebildet. Vor einigen Tagen nach Erkältung Kitzel im

Halse und etwas Heiserkeit. Die laryngoskopische Untersuchung ergiebt das Bestehen einer leichten Pharyngo-Laryngitis. Der Thorax ist am Proc. xiphoideus nur noch wenig prominent, rechts mehr als links. Normale Lungengrenzen. Ueberall am Thorax vesiculäres Athmen und etwas Pfeifen.

8. April 1876. Leider sind Recidive nicht ausgeblieben. Pat. war in Sulza in Pension, litt dort viel an Husten und Beklemmung, hatte in zwei Nächten wieder stärkere asthmatische Anfälle. Die Lungengrenzen sind trotzdem noch normal geblieben. Ueberall Pfeifen auf der Brust. Spätere Nachrichten fehlen mir.

19. Asthma bronchiale. Emphysem. Bronchitis. 4. December 1873. Zpfl., Kaufmann, 58 Jahre alt. Seit 15 Jahren andauernd Husten mit häufigen Exacerbationen. Vor 12 Jahren zum ersten Male heftiger asthmatischer Anfall. Seitdem dauernd Dyspnoë beim Treppensteigen und schnellen Gehen, in den letzten Jahren allmälig sehr zugenommen. Im Herbst und Frühjahr pflegt der Husten zu exacerbiren und die Dyspnoë sich zu den heftigsten asthmatischen Anfällen zu steigern, die mehrere Tage ununterbrochen Tag und Nacht andauern und nach kurzen Intervallen während mehrerer Wochen zum öfteren wiederkehren. Auch in den Intervallen ist während des ganzen Winters in den letzten Jahren so wie auch gegenwärtig seit dem Herbst die Dyspnoë sehr hochgradig gewesen mit heftiger Exacerbation bei jeder leichten Bewegung.

Pat. consultirt mich zuerst am 4. December 1873. Er ist von ziemlich grossem Wuchs und ursprünglich sehr kräftiger Constitution. Starker Knochenbau. Mässig straffe Musculatur. Er sieht hochgradig cyanotisch aus, namentlich sind Lippen und Fingernägel vollkommen blau, die Wangen über dem Jochbogen bläulich roth. Bedeutende objective und subjective Dyspnoë. Stark ectatischer Thorax. Hals sehr kurz mit bedeutender Prominenz der abnorm entwickelten, der forcirten Inspiration dienenden accessorischen Hülfsmuskeln, namentlich der Sternocleidomastoidei. Brust bei der Inspiration sehr wenig beweglich. Die Lungen überdecken das Herz vollständig und reichen beiderseits bis zum freien Rippenrande; Herz und Leber sind herabgedrängt. Ueberall am Thorax ist das Athmungsgeräusch ausserordentlich leise, vesiculär; desgleichen Pfeifen und sparsames Rasseln überall hörbar.

Vitale Capacität 1550 Ccm. (Nach der Constitution des Kranken hätte sie im gesunden Zustande weit über 4000 Ccm. betragen müssen.) Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 52 Mm.

Ich liess den Pat. Kochsalz mit Ol. Terebinth. inhaliren, Terpenthinöl täglich einreiben, comprimirte Luft inspiriren und in verdünnte Luft exspiriren.

Die Prognose stellte ich sofort äusserst ungünstig, und sie wurde es ganz besonders, als ich beobachtete, dass Pat. auch mit der äussersten Anstrengung bei der Exspiration in verdünnte Luft kein grösseres Luftquantum in den pneumatischen Apparat zu entleeren vermochte, als seine so erheblich niedrige vitale Capacität betrug, und dass er eben so bei der Inspiration comprimirter Luft nur äusserst wenig Luft (kaum 1000—1200 Ccm.) in seine Lungen aufnahm. Es war mir hierdurch erwiesen, dass der Thorax einerseits einer Retraction auch durch mechanische Mittel nicht mehr zugänglich und

andererseits auch nicht mehr erweiterungsfähig war, nahm ja derselbe in der Ruhe bereits die äusserste Inspirationsstellung ein.

In einem solchen Zustande liess sich kaum mehr eine Besserung durch den pneumatischen Apparat erwarten und für einen folgenden asthmatischen Anfall, da kein genügender Angriffspunkt für die accessorischen Inspirationsmuskeln mehr vorhanden war, das schlimmste befürchten.

In der That verspürte Pat., der den pneumatischen Apparat circa 12 mal gebrauchte und dann mit meiner Uebereinstimmung damit am 17. December pausirte, kaum irgend einen palliativen Nutzen. In den folgenden Tagen trat eine Steigerung des Hustens und vom 21.—25. December ein so heftiger asthmatischer Anfall auf, wie man ihn selten zu beobachten Gelegenheit hat. Pat. erholte sich von demselben relativ schnell und besuchte mich am 5. Januar wieder, um die Kur von neuem zu beginnen. Er gebrauchte sie drei Wochen lang mit einigen Unterbrechungen, fühlte sich wohl zeitweise erleichtert, aber nicht erheblich. Am Spirometer, Pneumatometer, am pneumatischen Apparat so wie durch die Percussion liess sich keine Besserung nachweisen. Ende Januar exacerbirte Husten und Dyspnoë, nnd die pneumatische Behandlung wurde von nun an für immer sistirt. Es stellte sich ein neuer asthmatischer Anfall ein, nicht viel weniger heftig als der vorangegangene. Auch von diesem erholte sich Pat. Husten und Dyspnoë dauerten fort. Im Sommer ging er, wie ich vernahm, auf zwei Monate nach Reichenhall, gebrauchte dort unter anderem sehr fleissig das pneumatische Cabinet, fühlte sich daselbst und nach seiner Rückkehr subjectiv wohl; allein mit dem Herbst steigerten sich wieder alle Krankheitssymptome, und im December 1874 starb er in einem asthmatischen Anfall.

20. Asthma bronchiale et Emphysema pulm. 17. Aug. 1875. L. Lchmn., Kaufmann, 30 Jahre alt, wird mir vom Herrn Collegen Jul. Bädt zur Behandlung überwiesen. Derselbe litt von seinem 17. bis 27. Jahre an Bronchialkatarrhen und asthmatischen Anfällen. Seit etwa 3 Jahren war er ziemlich frei von Husten und Asthma; dafür litt er häufig an Diarrhoe, und es entwickelten sich Hämorrhoidalknoten. Er gebrauchte in diesem Sommer eine Kur in Kissingen. Daselbst trat von neuem Asthma auf, und nunmehr sind in den letzten vier Wochen acht nächtliche asthmatische Anfälle aufgetreten von bedeutender Heftigkeit, die meist bis zum Morgen andauerten. Auch in den Intervallen ist Pat. nicht frei von Beklemmung und der Athem beim Gehen und Steigen knapp. Etwas Husten. Seit mehreren Jahren besteht ausserdem Räuspern und leicht Ermüdung der Stimme. Pat. ist sehr gross gewachsen, von mässig kräftigem Körperbau, etwas blass, von nervöser Stimmung. Die Untersuchung ergiebt ausser einem Pharyngo-Laryngealkatarrh eine Erweiterung der Lungen bis nahe zum freien Rippenrane und über das Herz, überall vesiculäres Athmen mit Pfeifen und Schnurren. Inspirationskraft 100 Mm. Exspirationskraft 78 Mm. Vitalcapacität 4200 Ccm.

Pat. athmet täglich comprimirte Luft ein (1—3 Cylinder zu $^1/_{60}$ Atm.-Druck) und athmet in verdünnte Luft aus (2—4 Cylinder zu $^1/_{60}$—$^1/_{48}$ Atm.-Druck); ausserdem gebraucht er Inhalationen mit Kochsalz (1 pCt.) und Ter-

penthinöl ($^1/_2$ pCt), und ich touchire seinen Pharynx und Larynx mit Tannin (1 zu 3 Aq., 2 Glycerin).

10. September 1875. Pat. hatte während der ganzen Zeit nicht nur keinen Anfall mehr, sondern auch jede Spur von Beklemmung ist gewichen. Kein Husten. Lungengrenzen normal. Ueberall vollkommen reines, vesiculäres Athmen. Pharynx und Larynx gesund. Inspirationskraft 120 Mm. Exspirationskraft 100 Mm. Vitalcapacität 4500 Ccm.

Seitdem habe ich Pat. fast in jedem Jahre zum öfteren gesehen und gemeinsam mit Herrn San.-Rath J. Badt behandelt. Er hatte zum öfteren Bronchialkatarrhe, die nach Inhalationen oder innerer Behandlung schnell wichen. Auch gebrauchte er einmal wieder auf einige Wochen den pneumatischen Apparat. Ein asthmatischer Anfall ist nicht wieder eingetreten, ebensowenig besteht Beklemmung beim Steigen. Die zum öfteren vorgenommene Untersuchung der Brust ergab stets normale Lungengrenzen.

21. Asthma bronchiale, Bronchitis chron., Emphysema pulm. 15. Oct. 1875. Frau Majorin von Oetr., 35 Jahre alt. Vor 10 Jahren „Brustfellentzündung“ mit Husten und starker Dyspnoe, die sich zeitweise zu asthmatischen Anfällen steigerte. Darauf nach $1^1/_2$ Jahren wiederum „Brustfellentzündung“ (?) mit heftigen asthmatischen Anfällen 4—5 Tage lang. Seitdem mehrere Male alljährlich asthmatische Anfälle, die meist mit Schnupfen beginnen, in der Nacht sich ausbilden, etwa $^1/_2$ Stunde auf der Höhe sich halten, zuweilen auch mehrere Male in einer Nacht auftreten, auch sich in mehreren auf einander folgenden Nächten wiederholen und endlich unter auftretendem Husten sich erleichtern. Im letzten Jahre 5 Anfälle, davon 2 sehr heftig, der letzte von 14 Tagen. In den Intervallen: Husten, der den Anfall um ca. 4 Wochen zu überdauern pflegt, Kurzathmigkeit beim Gehen, Steigen, Bücken u. s. w. Kein Schnupfen in der Zwischenzeit. Brauchte die verschiedensten Kuren ohne jeden Nutzen, war unter anderem auch in Ems, weilte im pneumatischen Cabinet, worauf Pat. viel an starkem Herzklopfen gelitten haben will, ohne für ihre Leiden Erleichterung zu finden. Pat. ist von blassem, leidendem Aussehen. Die Lungen überdecken das Herz und reichen nach abwärts bis zum freien Rippenrand. Ueberall, besonders rechts, verschärftes vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration und Pfeifen. Herz und die übrigen Organe gesund.

Pat. beginnt die Kur erst am 31. October. Unterdess hatte sie am 18. October wiederum einen sehr heftigen Anfall von 24stündiger Dauer gehabt, von dem sie sich bis dahin noch nicht völlig erholt hat. Inspirationskraft 80 Mm. Exspirationskraft 50 Mm. Vitalcapacität 1500 Ccm.

Die Behandlung besteht in Einathmungen comprimirter und Ausathmungen in verdünnte Luft (je $^1/_{60}$ Atm.-Druck, 3 Cylinder), ferner Inhalationen von Kochsalz und Terpenthinöl (je 0,5 pCt.).

Schon in den ersten Tagen der Kur schwindet die Kurzathmigkeit bei Bewegungen, so wie der Husten vollständig.

5. December 1875 Beendigung der Kur. Pat. befand sich bis auf einen einzigen leichten Anfall vor 3 Wochen die ganze Zeit vollkommen wohl. Sie ging bei Wind und Wetter aus, während sie früher um diese Jahreszeit stets

ängstlich das Zimmer hüten musste. Die Untersuchung der Brust ergiebt weder für die Percussion noch für die Auscultation irgend eine Abnormität. Inspirationskraft 70 Mm. Exspirationskraft 110 Mm. Vitalcapacität 2550 Ccm.

Seitdem hatte ich häufige Nachrichten von dem vollkommenen Wohlbefinden der Dame. Am 3. September 1878 besuchte sie mich und theilte mir zu meiner Freude mit, dass sie seit ihrer Kur vollkommen gesund und kräftig gewesen, dass sie sich grossen Anstrengungen ohne Mühe und ohne Spur von Athemnoth habe unterziehen können, und dass sie in den drei Jahren auch nicht von einem einzigen asthmatischen Anfall heimgesucht worden sei. Nur zuweilen, wenn sie sich erkältet, habe sie Schnupfen gehabt, der mit etwas Beklemmung einherging, die schnell sich wieder verlor und die Pat. weder in ihrer Arbeit noch in ihrer Nachtruhe störte. Sie hat ein blühendes Aussehen. Die objective Untersuchung ergiebt nichts abnormes.

22. Bronchitis chronica et Emphysema pulmonom Asthma bronchiale. Stng., 45 Jahre alt, Bauunternehmer aus Erfurt, consultirt mich zuerst am 13. Dec. 1876. Er klagt seit 2 Jahren über Husten und Athembeschwerden, besonders im Winter zu einer bedeutenden Höhe anwachsend. Der Husten steigert sich oft bis zum Erbrechen. Die Athemnoth tritt besonders ein beim Steigen und Husten, aber auch in der Ruhe, zumal nach dem Abendessen. Sonst ist Pat. kräftig, sein Appetit gut, sein Stuhl häufig retardirt. Die Untersuchung der Brust ergiebt: Die Lungen reichen in der Mammillarlinie bis zur 8. Rippe, Herz ganz von ihnen überdeckt. Ueberall im Thorax leises vesiculäres Athem mit dumpfem Rasseln.

Ich rathe dem Pat. sofort eine pneumatische und Inhalationskur zu gebrauchen. Derselbe kann sich aber vorläufig noch nicht dazu entschliessen.

Erst am 15. Febr. 1878 stellt sich mir Pat. von neuem vor. Seine Klagen sind die nämlichen geblieben. Sein Husten und seine Athemnoth dauern fort, im Sommer in geringerem Grade, seit dem Herbst wieder zu einer bedeutenden Höhe gesteigert. Die Athemnoth, welche immer schon nach dem Abendessen besonders stark gewesen war, hat sich nunmehr vor 5 Tagen und vor 4 Tagen zu je einem ausgebildeten asthmatischen Anfall von 4 Stunden Dauer gesteigert. Während des Anfalls stockte der Husten und trat erst wieder mit dem Ende desselben auf. Aber auch abgesehen von diesen Anfällen bringt Pat. fast regelmässig die Nächte schlaflos und oft ausserhalb des Bettes zu, indem der Husten ihn plagt, und sich mit demselben starke Dyspnoë verbindet.

Die Percussion ergiebt nunmehr ein Fortgeschrittensein des Emphysems. Die Lungen reichen bis zum freien Rippenrand. Die Leber ist an ihrer oberen und unteren Grenze ca. 3 Ctm. breit herabgedrängt. Die relative Herzdämpfung reicht rechts bis zum rechten Sternalrand; totale Herzdämpfung nicht vorhanden. Ueberall über den Lungen leises vesiculäres Athmen. Vitale Lungencapacität 2400 Ccm. Inspirationszug 102 Mm.; Exspirationsdruck 110 Mm.

Pat. gebraucht nunmehr folgende Kur: täglich Inspirationen comprimirter Luft, darauf nach einer Pause Exspirationen in verdünnte Luft (je $^1/_{60}$ Atm.-Druck zu 3 Cylindern). Inhalationen mit Salmiak und Ol. Terebinth.

(1 resp. 0,5 pCt. Einreiben der Brust Morgens und Abends mit einem terpenthinölhaltigen Liniment.

Schon in den ersten Tagen fühlt sich Pat. mehr und mehr frei von Beschwerden. Ein asthmatischer Anfall oder Beklemmung nach dem Abendessen tritt nicht wieder auf; der Husten lässt schnell nach und hindert nicht mehr die Nachtruhe. Nach Verlauf von mehreren Tagen ist überhaupt jede Kurzathmigkeit geschwunden. Pat. geht seinen Geschäften nach und setzt sich allen Unbilden des schlechten Wetters aus, während er zuvor die letzten 6 Wochen überhaupt nicht aus dem Hause gehen konnte. Auch der Husten ist nur noch unbedeutend.

Am 21. März wird Pat. aus der Kur entlassen. Er sieht vortrefflich aus und fühlt sich frei von allen Beschwerden. Pat. kann ohne Mühe die Treppen schnell hinaufsteigen. Die Lungengrenzen sind zur Norm zurückgekehrt: sie reichen in der Mammillarlinie bis zur 7. Rippe; auch ist totale Herzdämpfung zu constatiren. Ueberall reines, wenig lautes vesiculäres Athmen. Vitalcapacität 3300 Ccm. Inspirationszug 102 Mm. Exspirationsdruck 110 Mm. Während diese Werthe früher nur flüchtig erreicht wurden, können sie jetzt einige Secunden festgehalten werden.

23. Asthma bronchiale. Emphysema pulmonum. 18. Nov. 1878. Wilh. Rhm., 8 Jahre alt, aus Landsberg a. d. W., von Herrn Collegen Dr. Friedrich mir zur Behandlung überwiesen. Der Knabe hatte im 2.—3. Lebensjahre angeblich die „Bräune“ überstanden und litt seitdem häufig an Luftröhrenkatarrhen, verbunden mit Kurzathmigkeit, so auch im letzten Frühjahr. Seit dem August traten asthmatische Anfälle auf, die gewöhnlich ohne Vorboten Nachts von 11—12 Uhr begannen und bis gegen Morgen andauerten: es bestand dabei starke Orthopnoë mit pfeifendem Athem und trockenem Husten; erst gegen 4 Uhr Morgens wurde der Husten leichter, es trat Expectoration ein, und Pat. konnte wieder einschlafen. Diese Anfälle wiederholten sich meist allnächtlich je etwa 14 Tage hinter einander, remittirten dann etwa je 8 Tage und kehrten dann in früherer Weise wieder. Am Tage nach den nächtlichen Anfällen war Pat. sehr matt, pfiff noch hörbar beim Athmen, war sehr kurzathmig beim Gehen, hustete nur selten.

Die Untersuchung der Brust ergab: Vorderer und unterer Theil des Thorax ectatisch, die rechte Seite neben dem Sternum prominirt mehr als die linke. Die Lungen überdecken das Herz vollständig, und ihre untere Grenze reicht beiderseits bis zum freien Rippenrande. Ueberall am Thorax hört man vesiculäres Athmen und lautes Pfeifen bei der In- und Exspiration. Vitale Capacität 500 Ccm.

Ich lasse den Kranken am ersten Tage einen Cylinder comprimirte Luft ($^1/_{60}$ Atm.-Dr.) einathmen und nach einer Pause in verdünnte Luft 2 Cylinder ($^1/_{60}$ Atm.-Dr.) ausathmen, an den folgenden Tagen 2 Cylinder comprimirte, 3 in verdünnte. Ausserdem erhält der Knabe Salmiak und Terpenthinöl (je 0,5 pCt.) zum Inhaliren und ein Terpenthinöl-Liniment zur Einreibung.

22. Dec. 1878. Seit dem Beginn der Kur keine Spur eines Anfalls. Seit $3^1/_2$ Wochen ist auch der Husten vollkommen geschwunden. Der Knabe, früher sehr elend, hat ein vortreffliches, blühendes Aussehen. Er läuft die

Treppen in einem Zuge ohne Mühe hinauf. Vollkommen normale Lungengrenzen rechts wie links. Ueberall vesiculäres Athmen mit verlängerter, nur hier und da noch etwas pfeifender Exspiration. Vitalcapacität 1200 Ccm.

1. Febr. 1879. Während der Weihnachtszeit hatte Pat. die Kur unterbrochen und war in seine Heimath gereist. Dort hustete er wieder etwas und hatte leise Anwandlungen von Kurzathmigkeit. Er kehrte deshalb bald wieder in die Behandlung zurück und befindet sich seitdem vollkommen gesund. Kein Husten, keine Dyspnoë. Normale Lungengrenzen. Ueberall reines vesiculäres Athmen, ohne Pfeifen. Vitale Capacität 1300 Ccm. Pat. reist in seine Heimath.

Am 16. April 1879 sah ich den Knaben wieder. Er war vollkommen gesund geblieben. Nur am 22. März hatte er etwas Husten und Pfeifen auf der Brust, ohne dass indess, wie befürchtet wurde, sich ein asthmatischer Anfall daraus entwickelte. Sehr gutes Aussehen. Normale Lungengrenzen. Ueberall reines vesiculäres Athmen, das nur hier und da etwas rauh klingt. Der Knabe fährt mit seiner Mutter zum Besuch von Verwandten nach Ems. Ich verordne ihm, daselbst Kesselbrnnnen zu trinken. Später habe ich Pat. nicht wieder gesehen.

Auf meine Anfrage bei Herrn Collegen Dr. Friedrich in Landsberg erhielt ich von demselben d. d. 12. April 1880 folgende Mittheilung:

„Mit Vergnügen gebe ich Ihnen die gewünschte Auskunft, zumal ich in der angenehmen Lage bin, Ihnen erfreuliches mitzutheilen. Der p. Wilh. Rhm., Sohn des hiesigen Ingenieur Herrn R., nahm, nachdem Ihre Behandlung beendet, noch einen mehrmonatlichen Aufenthalt in Ems, trank dort auch Brunnen. Seitdem, seit 27. Juli 1879. ist er wieder hier und besucht regelmässig die Schule. Er ist von Asthma und Catarrhen sowohl in Ems als auch hier völlig frei gewesen mit Ausnahme der ersten Nacht nach seiner hierselbst erfolgten Ankunft, in welcher sich anscheinend in Folge der bei der Reise stattgehabten Aufregung und ähnlicher Schädlichkeiten noch ein einmaliger ziemlich heftiger Anfall von Asthma einstellte."

24. Asthma bronchiale, Emphysema pulmonum. 10. November 1879. Eduard Grg., Diener in der italienischen Botschaft, 31 Jahre alt, früher immer gesund und kräftig, wurde zuerst im November 1878 von nächtlichen asthmatischen Anfällen heimgesucht, die in acht auf einander folgenden Nächten auftraten und mit Husten und Schnupfen verbunden waren. Er war dann gesund bis zum August 1879. Von Mitte August bis zum Tage, an dem er mich zum ersten Male consultirte, dem 10. November 1879, also fast volle drei Monate, traten allnächtlich asthmatische Anfälle auf, meist um $11\frac{1}{2}$ Uhr beginnend, bis Morgens gegen 5—6 Uhr dauernd. Die Anfälle waren grösstentheils sehr heftig, so dass Pat. die Nächte meist schlaflos ausser Bett zubringen musste. Auch am Tage war Pat. nicht frei von Athemnoth, besonders war das Treppensteigen und sonstige stärkere Bewegung sehr erschwert. Daneben bestand Husten und Schnupfen. Alle bisher gebrauchten Mittel waren erfolglos gewesen. Pat. ist kräftig gebaut. Thorax ektatisch. Lungen reichen in der Mammillarlinie bis zur 8. Rippe. Totale Herzdämpfung

fehlt. Relative Herzdämpfung reicht rechts bis zur Mitte des Sternum, überragt links nicht die Mammillarlinie. Obere Lebergrenze an der 6. Rippe, untere Grenze überragt den freien Rippenrand in der Mammillarlinie um 4 Ctm. Ueber den Lungen überall lautes Pfeifen und Schnurren, das Athmungsgeräusch überdeckend. Starke objective und subjective Dyspnoe. Vitalcapacität 2100 Ccm. Wegen der grossen Athemnoth wird für heute von der pneumatometrischen Messung Abstand genommen.

Am 11. November lasse ich den Patienten zum ersten Male comprimirte Luft ($^1/_{60}$ Atm.-Druck) 3 Cylinder einathmen. Er findet unmittelbar während dessen Erleichterung, die auch andauert. In der Nacht darauf schläft er bereits, wenn auch unruhig und mit Unterbrechungen.

Am folgenden Tage wird gleichfalls nur comprimirte Luft eingeathmet. Die Nacht darauf schläft Pat. zum ersten Male seit drei Monaten die Nacht hindurch ohne Unterbrechung und ohne Dyspnoe in seinem Bett bis Morgens $8^1/_2$ Uhr. Auch am Tage keine Dyspnoe. Husten geringer.

Inspirationskraft bei langsamer Athmung oder bei Einschaltung eines Hahns 50 Mm., Exspirationskraft 24 Mm.

Vom 14. Novbr. an lasse ich den Pat. ausser den Inspirationen comprimirter Luft auch Exspirationen in verdünnte Luft ($^1/_{60}$ Atm.-Druck) und Inhalationen mit Salmiak (1 pCt.) und Terpenthinöl ($^1/_2$ pCt.) gebrauchen.

Pat. setzt die Kur bis zum 29. November fort. Er war während der ganzen Zeit vollkommen frei sowohl von nächtlichen Anfällen wie von Dyspnoë am Tage. Er kann laufen und schnell Treppen steigen ohne jede Beschwerde. Auch der Husten ist verschwunden.

Am 11. December: Pat. fühlt sich vollkommen gesund. Lungengrenzen vollkommen normal. (Untere Lungengrenze in d. M. L. an der 7. Rippe; totale Herzdämpfung wie in der Norm nachweisbar.) Die Leber überragt nicht mehr den Rippenrand und reicht nach oben bis zum 4. Intercostalraum. Ueberall reines, ziemlich lautes vesiculäres Athmen. Inspirationskraft bei langsamer Athmung oder bei eingeschaltetem Hahn 70 Mm., Exspirationskraft 60 Mm. Vitale Capacität 3500 Ccm.

Noch vor kurzem (März 1880) erhielt ich die günstigsten Nachrichten über seinen Zustand.

25. Asthma bronchiale. Emphysema pulmonum. 17. Januar 1880. Martha Krgr., $9^1/_2$ Jahre alt, hatte vor 5 Jahren den Keuchhusten. Seitdem Anfälle von Athemnoth in den Nächten, anfangs in Zwischenräumen von Monaten bis zu $^1/_2$ Jahr, später häufiger und seit dem October etwa alle 14 Tage. In letzter Zeit auch in den Intervallen pfeifender Athem und Nachts lautes Rasseln auf der Brust im Schlaf. In den letzten 3—4 Tagen allnächtlich besonders starke Anfälle von Athemnoth mit Rasseln und Pfeifen auf der Brust. Das Kind sieht schwächlich aus, ist geistig sehr rege. Appetit ungleich, Stuhl unregelmässig. Lungen überdecken das Herz und reichen in der Mammillarlinie bis zur 8. Rippe. Ueberall vesiculäres Athmen, Rasseln besonders an den unteren Partien rechterseits. Vitalcapacität 500 Ccm.

Die kleine Pat. gebraucht täglich Einathmungen comprimirter und Ausathmungen in verdünnte Luft, anfangs je 1—2, später 3 Cylinder zu

$^1/_{60}$ Atm.-Druck, ausserdem Inhalationen mit Salmiak und Terpenthinöl zu $^1/_2$ pCt.

28. Febr. 1880. Beendigung der Kur. Pat. war bei Wind und Wetter ausgegangen, sowohl um die Schule zu besuchen, wie um zu mir zur Kur zu kommen. In der ganzen Zeit kein einziger asthmatischer Anfall. In den ersten Nächten noch pfeifender Athem und Rasseln auf der Brust, ohne dass Pat. dadurch erwacht. Später hört auch dies auf. Nur vor einigen Tagen wiederum etwas Pfeifen im Schlaf. Kein Husten. Normale Lungengrenzen. Ueberall reines vesiculäres Athmen. Vitalcapacität 1000 Ccm.

26. Asthma bronchiale nervosum. Bronchitis chronica. Emphysem. 13. November 1873. Die folgende Krankengeschichte betrifft einen sehr geschätzten Herrn Collegen. Ich lasse dieselbe, wie sie von ihm selbst verfasst ist, im Wortlaut folgen:

„Dr. J., 34 Jahre alt, aus gesunder Familie stammend. Schon seit früher Jugend zeigte sich bei ihm eine grosse Disposition zu Erkältungen, in Folge deren sich häufig Schnupfen und zuweilen auch leichter Husten einstellte, der jedoch meist eine ärztliche Behandlung nicht nöthig machte. Mit Ausnahme einer Brustfellentzündung, die er in seinem 17. Lebensjahre überstand, und die in wenigen Wochen in vollständige Genesung endigte, war er bis zu seinem 24. Lebensjahre ganz gesund. In diesem Jahre, im Sommer 1864, stellte sich zum ersten Male ohne jegliche Vorboten ein asthmatischer Anfall ein. Es war dies auf einer Reise nach Bayern, in der ersten Nacht, die Pat. in München zubrachte, nachdem er sich auf der Hinreise einen tüchtigen Schnupfen zugezogen hatte. In dieser Nacht erwachte er plötzlich unter den Erscheinungen der höchsten Athemnoth gegen 2 Uhr Morgens. Nur durch aufrechtes Sitzen im Bett und durch festes Anstemmen der Arme gegen die Wände der Bettstelle gelang es, der Lunge die nöthige Luft zuzuführen, dabei war die Exspiration sehr beschleunigt und von einem pfeifenden Geräusch begleitet. Da dieser qualvolle Zustand nach einer Stunde noch nicht vorüber war, wurde ein Arzt herbeigeholt, der den Anfall für ganz ungefährlich und bald vorübergebend erklärte und daher auch nichts dagegen verordnete. Um 8 Uhr Morgens, nach 6stündiger Dauer, hörten die Athembeschwerden plötzlich auf, nachdem durch Husten einige zähe Sputa entleert waren, und es blieb nur ein geringes Gefühl von Schwäche zurück, das auch sehr bald vorüberging. Auf der ganzen späteren Reise, die sich noch über die Schweiz und Oberitalien erstreckte, trat kein neuer Anfall wieder ein. Erst ein Jahr später stellte sich auf einer Reise nach dem Harz ein neuer Anfall ein, der wieder mehrere Stunden anhielt und sich nach einigen Tagen wiederholte. Seit dieser Zet traten häufiger und zwar meist, wenn Pat. eine Nacht ausserhalb Berlins zubrachte, asthmatische Anfälle auf, gegen die im Laufe der Zeit alle dagegen empfohlenen Mittel ohne jeglichen Erfolg angewendet wurden. Pat. consultirte daher im Herbst 1865 eine für Brustuntersuchungen anerkannte Autorität Berlins, welche die Lunge für vollkommen gesund und die asthmatischen Anfälle für nervöser Natur erklärte, und dagegen eine Abhärtungskur (kalte Abreibungen) in Vorschlag brachte, die jedoch damals unterblieben und erst mehrere Jahre später in Anwendung kamen.

Zu diesen asthmatischen Anfällen, die sich übrigens nur im Sommer einstellten und an Intensität keineswegs zugenommen hatten, gesellte sich mit der Zeit ein chronischer Bronchialcatarrh, der sich auch durch die physicalische Untersuchung deutlich nachweisen liess, und in Folge dessen ging Pat. zu einer 4wöchentlichen Badekur nach Ems im Jahre 1869, die jedoch von gar keinem Erfolge begleitet war. Gerade während des Aufenthalts in Ems traten mehrere asthmatische Anfälle von einer Heftigkeit und Länge auf, wie sie vordem nicht vorgekommen waren. Auch die täglich zweistündigen Sitzungen in comprimirter Luft in dem pneumatischen Cabinet übten nicht den geringsten wohlthätigen Einfluss aus.

Kurze Zeit darauf wandte Pat. zum ersten Male das Einathmen der Dämpfe von Salpeterpapier an, und wenn es auch dadurch nicht gelang, heftige Anfälle vollständig zu coupiren, so wurden dieselben jedoch wesentlich dadurch abgeschwächt, und kleine Anfälle sogar im Entstehen unterdrückt. Diese wohlthätige Wirkung des Salpeterpapiers hat sich später nicht verloren, und es ist für den Pat. das einzige Mittel gewesen, dem ein entschiedener Einfluss auf das Asthma zuzuschreiben ist, während alles andere, besonders die Narcotica, selbst in ganz enormen Dosen, auch nicht die geringste Erleichterung zu schaffen vermochten.

Während des folgenden Kriegsjahres wurde Pat. namentlich auf dem Hinmarsche nach Frankreich mehrere Male von asthmatischen Anfällen heimgesucht, die jedoch Dank der Anwendung des Salpeterpapiers nie die frühere Höhe erreichten und ihn auch an der Ausübung seiner Dienstobliegenheiten nicht hinderten.

Im Sommer 1872 überstand Pat. eine Lungenentzündung und nahm darauf zu seiner Erholung einen achtwöchentlichen Aufenthalt in einem klimatischen Kurort der Schweiz, und hier schien es, als wenn die asthmatischen Beschwerden ihr Ende erreicht hätten. Während auf der Hinreise noch in jeder Nacht ein Anfall erfolgt war, blieb der ganze dortige Aufenthalt vollkommen frei von Anfällen, und Pat. war im Stande, grosse und zum Theil beschwerliche Bergpartien zu unternehmen. Hier fing auch Pat. an, kalte Abreibungen des ganzen Körpers vorzunehmen, die seitdem auch im Winter mit grosser Consequenz fortgesetzt wurden. Doch schon auf der Rückreise trat ein neuer, wenn auch unbedeutender Anfall ein, der alle Hoffnungen wieder zu Schanden machte.

Im folgenden Winter war der Zustand ziemlich erträglich, nur des Nachts musste zuweilen zum Salpeterpapier Zuflucht genommen werden, das auch jedesmal seine Wirkung nicht verfehlte. Nur der chronische Lungencatarrh war ziemlich stark und der Auswurf reichlich, besserte sich jedoch während des folgenden Sommers ganz erheblich, vielleicht in Folge der kalten Abreibungen, da eine anderweitige Behandlung des Catarrhs nicht vorgenommen wurde, und nur zeitweilige Exacerbationen mit einem schwachen Ipecacuanha-Infus bekämpft wurden. Nach dem Manöver im Herbst 1873, das bei dem kalten und nassen Wetter und dem mehrmaligen Bivouakiren zu Erkältungen ganz besonders Veranlassung gab, änderte sich der Zustand jedoch in sehr erheblicher Weise. Es trat jetzt mehr und mehr eine beständige Athemnoth ein, die nicht nur in jeder Nacht, um das Schlafen zu ermöglichen, die An-

wendung grösserer Mengen Salpeterpapiers nöthig machte, sondern auch am Tage schnelles Gehen und Treppensteigen äusserst erschwerte.

In diesem Zustande wandte sich Pat. am 14. November an den Prof. Waldenburg, aufmerksam gemacht durch zwei Artikel desselben in der Berliner klinischen Wochenschrift über den von ihm construirten transportablen pneumatischen Apparat. Die Behandlung bestand in täglichen Inhalationen einer 1procentigen Lösung von Salmiak und Terpenthinöl und dann in einmaligem Einathmen comprimirter Luft und hinterher in dreimaligem Ausathmen in verdünnte Luft mittelst des Waldenburg'schen Apparats. Schon nach 8 Tagen zeigte sich eine entschiedene Wirkung der eingeleiteten Behandlungsweise. Der Catarrh war zwar immer noch erheblich, der Auswurf reichlich, die Expectoration jedoch leicht und die Dyspnoë nur noch bei starken Bewegungen, namentlich Treppensteigen vorhanden. Seitdem hat Pat. die angegebene Kur den ganzen Winter hindurch mit grosser Regelmässigkeit gebraucht, und die Besserung schritt sichtlich von Tag zu Tag vor. Es traten zwar im Laufe des Winters ein paar Mal nach Erkältungen wieder vorübergehend Athembeschwerden ein, so dass Pat. des Nachts wieder das Salpeterpapier in Anwendung bringen musste, am Tage waren jedoch keine Beschwerden vorhanden, und am Schluss des Winters war die Dyspnoë ganz beseitigt und der Catarrh auf ein Minimum beschränkt.

Um jedoch späteren Recidiven vorzubeugen und um auch den letzten Rest des Catarrhs zu beseitigen, setzte Pat. die Kur auch noch in den Frühling hinein fort, wenn auch nicht mit derselben Regelmässigkeit wie im Winter, sondern nur wöchentlich 1—2 Mal. Dabei hatte Pat. in letzter Zeit an Körperfülle beträchtlich zugenommen und auch eine gesunde Gesichtsfarbe bekommen.

Ende Juni 1874 wurde Pat. jedoch von einer neuen Lungenentzündung befallen, die sich über den ganzen rechten Lungenflügel erstreckte, und zu der noch in der 3. Woche eine Brustfellentzündung hinzutrat. Auch während dieser Krankheit zeigten sich recht deutlich die Erfolge der vorangegangenen Kur. Während bei der Pneumonie vor 2 Jahren, die nur den oberen linken Lungenlappen ergriffen hatte, die Dyspnoë eine überaus heftige war, war dieselbe diesmal nur ganz unbedeutend. Nach 5wöchentlichem Krankenlager war Pat. bis auf eine geringe von der Pleuritis zurückgebliebene Schwarte geheilt und hat sich darauf nach einem klimatischen Höhenkurort in Oberbayern begeben, um dort den letzten Rest der Krankheit ausheilen zu lassen."

Ich füge nur noch einiges über den objectiven Befund hinzu:

Am 13. November 1873 bei der ersten Untersuchung fanden sich die Lungen beiderseits bis zum Rippenrand ausgedehnt, das Herz vollkommen überdeckt, die von der Lunge überdeckte obere Lebergrenze um 3.5 Ctm. gegen die Norm herabgedrängt. Herz gleichfalls herabgedrängt. Vitale Lungencapacität 2450 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 60 Mm.

Am 20. November war bereits die vitale Capacität auf 3150 Ccm., der Inspirationszug auf 120 Mm., der Exspirationsdruck auf 130 Mm. gestiegen.

Am 22. December: Vitale Capacität 3150 Ccm. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 160 Mm.

13. März 1874: Lungengrenzen fast normal. Herz nicht mehr überdeckt,

Vitale Capacität 3000 Ccm. (Dieselbe war vor 14 Tagen bereits auf 3500 Ccm. gestiegen, ist aber wegen des in den letzten Tagen exacerbirten Catarrhs wieder gesunken; steigt später wieder. Trotz der Exacerbation des Catarrhs kein Asthma.) Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 160 Mm.

25. März 1875. Herr Dr. J. brauchte während des Winters zu Hause den pneumatischen Apparat und innerlich vorübergehend Solutio Fowleri (im ganzen nur 20 Grm.). Er blieb den ganzen Herbst und Winter hindurch bis jetzt frei von asthmatischen Anfällen. Dagegen stellte sich im November, bevor er die Kur wieder begonnen hatte, eine Exacerbation des Catarrhs und damit wieder anhaltende, aber nicht bis zu Anfällen sich steigernde Dyspnoë ein, bis Mitte December dauernd. Von da ab bis Anfang März gutes Befinden: Catarrh geringfügig, keine Dyspnoë, Nächte ganz frei. Salpeterpapier konnte fast ganz entbehrt werden, bis auf wenige Nächte, wo Pat. mit pfeifendem Athem erwachte, sofort Salpeterpapier anzündete und bald daranf wieder einschlief.

Anfangs März wieder geringe Exacerbation des Catarrhs und der Dyspnoë am Tage, Nächte frei. Jetzt wieder Catarrh sehr geringfügig. Vollkommenes Wohlbefinden. Untere Lungengrenze reicht in der Mammillarlinie bis zum 7. Intercostalraum, in der Parasternallinie bis zur 6. Rippe. Herz nicht ganz überdeckt. Dasselbe sowohl wie die Leber in normaler Lage. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 140 Mm. Vitale Capacität 3050 Ccm.

Am 13. April 1880 erhielt ich auf meine Erkundigung von dem Herrn Collegen, der jetzt Stabsarzt in Metz ist, folgende Nachrichten über sein bisheriges Befinden:

„In betreff des Berichtes über mein Befinden kann ich mich kurz fassen. Seit der Zeit, in welcher ich mich der pneumatischen Cur bei Ihnen unterzogen habe. hat sich eine allmälige und deutlich wahrnehmbare Besserung in meinem Gesundheitszustande eingestellt. Vor allem haben die acuten asthmatischen Anfälle, an denen ich in früheren Jahren in heftigster Weise gelitten habe, ganz aufgehört. Leider ist der chronische Bronchialcatarrh nicht geringer geworden, sondern hat vielmehr an Intensität zugenommen, und in Folge davon hat sich eine geringe permanente Kurzathmigkeit eingestellt, die bei gelegentlichen acuten Steigerungen des Catarrhs zwar zunimmt, jedoch nie mehr in einen asthmatischen Anfall ausartet. Ich will dabei ehrlich bekennen, dass ich seit geraumer Zeit nicht das geringste mehr gegen den Catarrh angewendet habe. Jahre lang habe ich, und auch hier noch in Metz, mit grosser Consequenz die verschiedensten Medicamente inhalirt, zuletzt aber keinen besonderen Nutzen mehr davon verspürt, und in Folge dessen ganz aufgegeben. Dagegen habe ich den pneumatischen Apparat noch häufiger in Anwendung gebracht und dabei die Beobachtung gemacht, dass mir das einfache Ausathmen in verdünnte Luft am besten bekommt, während das Einathmen comprimirter Luft, zumal in Verbindung mit Oleum Terebinth. oder Carbolsäure mittels der Wulf'schen Flasche mir nie wohl gethan hat. Hinzufügen möchte ich noch, dass ich mich bemüht habe, nebenher noch etwas Lungengymnastik zu treiben durch möglichst häufige Besteigung des circa 200 Meter über der Stadt gelegenen Forts St. Quentin. Im ganzen habe ich mich während der $3^1/_2$ Jahr, die ich nun schon in Metz bin, leidlich wohl be-

funden, einige acute febrile Catarrhe abgerechnet, die sich im Frühjahr und Herbst eingestellt haben, und in Folge dessen bin ich auch im Stande gewesen, allen dienstlichen Anforderungen, wie Manöver, Aushebungsreisen etc. genügen zu können. Um schliesslich noch mein Aussehen zu erwähnen, so glaube ich, dass dasselbe bedeutend besser ist als früher, was durch meine Bekannten bestätigt wird. Viel stärker bin ich freilich nicht geworden, mein Panniculus adiposus lässt noch manches zu wünschen übrig, meine Gesichtsfarbe ist aber eine entschieden günstigere geworden."

27. Asthma nervosum. Emphysem. 28. August 1873. v. Hs., 17 Jahre alt, Gymnasiast. Aus anscheinend gesunder Familie. Nur eine Schwester hatte gleich ihm an Asthma nervosum gelitten und starb während eines heftigen Anfalls desselben. Pat. hat als Kind vielfach an Hautausschlägen gelitten, im 5. Lebensjahre litt er lange Zeit an heftigem Husten. Während desselben traten die ersten asthmatischen Anfälle auf, anfänglich sehr häufig, fast alle Woche, aber milde und nicht lange andauernd; später in grösseren Intervallen, zuweilen selbst von mehreren Monaten, aber mit um so grösserer Heftigkeit. In der freien Zeit befindet sich Pat. vollkommen wohl, hat keine Spur von Husten, empfindet Athemnoth nur bei grösseren Anstrengungen, besonders beim Berg- und Treppensteigen. Einen sehr heftigen Anfall hatte Pat. im December 1872, blieb dann frei bis zum Juni 1873 (das bisher längste Intervall), war dann aber zwei Monate hindurch von so heftigen Anfällen geplagt, dass immer nur Zwischenräume von einem oder wenigen Tagen bis zu höchstens einer Woche zwischen den einzelnen Anfällen lagen. Der letzte Anfall trat am 22. August auf, dauerte zwei Tage und war zugleich der heftigste, dessen sich der Kranke überhaupt zu erinnern weiss. Die Anfälle verlaufen in der gewöhnlichen Weise, beginnen meist nach Mitternacht und machen am Tage Remissionen. Husten ist beim Beginn der Anfälle nicht vorhanden, sondern tritt erst gegen Ende desselben auf und geht schnell wieder vorüber.

Pat. hat sehr viel gebraucht, alles erfolglos, unter anderen auch pneumatisches Cabinet, Seebäder, Salpeterräucherungen etc.

Am 28. August 1873 nimmt Pat. meine Hülfe in Anspruch. Er ist für sein Alter sehr gross und kräftig. Die Brust ist stark gewölbt. Die Lungen überdecken das Herz und sind am unteren Rande um die Breite zweier Intercostalräume über die Norm ausgedehnt. Ueberall reines, aber nur leises vesiculäres Athmen. Herz gesund. Zur Zeit keine Dyspnoë. Vitale Lungencapacität 2800 Ccm. Inspirationszug 140 Mm. Exspirationsdruck 100 Mm.

Die Behandlung besteht in innerlicher Darreichung von Liquor Kali arsenicosi, Inhalationen von Ol. Terebinthinae mit Kochsalz, Einreibungen der Brust mit Ol. Terebinth., endlich Exspirationen in verdünnte Luft ($^1/_{60}$ Atmosphärendruck, später allmälig auf $^1/_{40}$ Atmosphärendruck steigend, aber derart, dass in jeder Sitzung immer erst mit der geringeren Luftverdünnung begonnen und allmälig gestiegen wird).

Am 5. September tritt Nachts eine Andeutung von Asthma auf, welches aber Pat. am Wiedereinschlafen nicht hindert; dasselbe wiederholt sich noch einmal nach 14 Tagen.

Pat. fühlt sich vollkommen gesund, kann die Treppen ohne Mühe hinauf-

laufen. Seine vitale Lungencapacität und Athemkraft steigern sich in ausserordentlicher Weise.

Am 12. September: Vitale Lungencapacität 4000 Ccm. Inspirationszug 190 Mm. Exspirationsdruck 160 Mm.

Am 30. October: Vitale Lungencapacität 4250 Ccm. Inspirationszug 200 Mm. Exspirationsdruck 170 Mm. Die Untersuchung der Brust ergiebt sowohl an den unteren Lappen wie über dem Herzen vollkommen normale Lungengrenzen.

Die Kur wird bis zum 2. November fortgesetzt; es waren im ganzen 58 Sitzungen gehalten worden. Pat. kehrt in seine Heimath zurück, gebraucht nur noch anfänglich ca. 3 Wochen lang Arsenik und enthält sich dann jeglicher Therapie.

Am 30. Juli 1874 stellt er sich mir wieder vor. Er berichtet, dass er bis zum Juni, also fast volle zehn Monate gänzlich frei von asthmatischen Anfällen gewesen sei. In Juni seien die Anfälle auch nur sehr unbedeutend gewesen; dagegen haben sie sich im Juli verstärkt, und während der letzten drei Wochen seien drei bis vier stärkere neben mehreren leichteren Anfällen (der letzte gestern) aufgetreten. Die Heftigkeit des vorigen Jahres haben die Anfälle indess bei weitem nicht erreicht. Die Untersuchung der Brust ergiebt: Der rechte untere Lungenlappen ist um einen Intercostalraum ausgedehnt, Herz nicht von Lunge überdeckt. Ueberall reines lautes vesiculäres Athmen. Vitale Lungencapacität 4300 Ccm. Inspirationszug 190 Mm. Exspirationsdruck 180 Mm.

Die letzten Anfälle haben demnach den günstigen Zustand der Lungen, wie er im vorigen Jahre am Ende der Behandlung zu constatiren war, zwar etwas, aber doch nur sehr unerheblich geändert. Ja die vitale Capacität und der Exspirationsdruck ist sogar noch etwas höher als am 30. October vorigen Jahres, aber so unwesentlich, dass ein Schluss nicht daraus zu ziehen ist. (Am 2. November, als am Ende der Kur, hatte ich leider die Messungen nicht wiederholt; die Erhöhung wäre vielleicht schon damals zu constatiren gewesen.)

Pat. ist jetzt nicht in der Lage, die frühere Kur wieder aufzunehmen und begiebt sich zunächst in seine Heimath auf's Land. Am 28. September 1874 kehrt er wieder zurück. Er war während der Zeit vollkommen gesund geblieben und hatte nur in einer Nacht, in welcher er auf einem fremden Gute zubrachte, an Asthma nicht hochgradig gelitten. (So oft er auf diesem Gute zubrachte, hatte er auch schon früher regelmässig Asthma gehabt, und zwar jetzt zum 5. Male.) Dagegen hat er sich nach einer Erkältung starken Husten nebst Heiserkeit zugezogen.

Die Untersuchung der Brust ergiebt rechts denselben Status wie am 30. Juli. Ausserdem ist das Herz wieder vollständig von der Lunge überdeckt. An den unteren Partien der Lungen hört man Pfeifen. Vitale Capacität 4050 Ccm. Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 140 Mm. Unter dem Einfluss der Bronchitis hatte sich also das Emphysem wieder verstärkt. Ausserdem bestand catarrhalische Pharyngo-Laryngitis.

Es wurde nunmehr die locale Behandlung (Inhalationen von Salmiak mit Ol. Terebinth., Touchiren des Pharynx und Larynx mit Tannin) wieder ein-

geleitet; ausserdem Exspirationen in verdünnte Luft und daneben Inspirationen comprimirter Luft angeordnet.

Der Pharynx- und Larynx-Catarrh wich schnell, auch die Bronchitis besserte sich schon in den ersten Tagen, exacerbirte dann aber zum öfteren derart, das Pat. vielfach das Zimmer hüten musste und die Kur deswegen nur sehr unregelmässig gebrauchen konnte. Die Exacerbationen der Bronchitis verbanden sich zeitweise zwar mit Dyspnoë, ohne dass diese indess zu ausgebildeten asthmatischen Anfällen ausartete.

Am 16. October reiste Pat. in seine Heimath ab, in der Hoffnung, dass unter der mütterlichen Pflege der Catarrh schneller weichen würde. Leider hatte ich keine Gelegenheit, ihn vor seiner Abreise noch einmal zu untersuchen. Ueber den weiteren Verlauf ist mir nichts bekannt geworden.

28. Asthma nervosum. Emphysem. 16. October 1873. Frl. Ltr., 30 Jahre alt, leidet seit 9 Jahren an äusserst heftigen asthmatischen Anfällen mit dem gewöhnlichen typischen Verlauf, meist in der Nacht beginnend und 4—6 Tage andauernd. Die Anfälle traten anfangs seltener, später immer häufiger auf und kehren jetzt etwa alle 4 Wochen wieder. In den Intervallen ist Pat. zwar gesund, aber ausserordentlich angegriffen, kann Anstrengungen nicht ertragen und wird leicht dyspnoëtisch. Husten tritt nur gegen Ende des Anfalls auf und schwindet bald nach Beendigung desselben.

Am 18. April 1873 kommt Pat. zum ersten Male in meine Behandlung. Sie ist abgemagert, sieht blass und sehr angegriffen aus. Die Untersuchung der Brust ergiebt: Lungen überdecken das Herz, und ihre unteren Grenzen sind um zwei Intercostalräume herabgerückt. Ueberall am Thorax vesiculäres Athmen, hier und da sparsames Pfeifen. Herz gesund. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 40 Mm.

Pat. hat bisher die verschiedensten Mittel ohne jeglichen Erfolg gebraucht und besitzt deshalb wenig Vertrauen zu dem Erfolg irgend einer Medication. Meine Verordnung bestand zunächst in folgendem: Innerlich Solutio Fowleri, 3 Mal täglich 2 Tropfen, auf 4 Tropfen steigend; Inhalationen mit Kochsalz und Oleum Terebinthinae; Einreibungen der Brust mit einem Ol. Terebinth. und Acid. acet. enthaltenden (Stokes'schen) Liniment; endlich bei beginnendem oder drohendem Anfall Räucherungen mit Salpeterpapier.

Diese Medication gebrauchte Pat. zunächst einige Wochen unter meiner Aufsicht und setzte sie dann, in ihre Heimath zurückgekehrt, fort.

Am 16. October 1873 kam Pat. von neuem in meine Behandlung. Die bisherige Therapie hatte entschieden einen Erfolg gehabt, aber keinen irgend wie ausreichenden. Die Anfälle blieben anfänglich 6, dann 8 Wochen aus, kehrten sodann aber nach 5, 4 und 3 Wochen wieder. Sie waren in der Nacht noch immer so heftig wie sonst, aber am Tage milder. Die Besserung macht sich besonders in den Intervallen bemerklich. Pat. sieht gesund aus, ist nicht mehr abgemagert und fühlt sich viel kräftiger als früher. Ihr Appetit und ihr Stuhlgang, früher mangelhaft, sind geregelt. Menstruation regelmässig. Der letzte asthmatische Anfall ist vor 8 Tagen aufgetreten. Es besteht jetzt noch Dyspnoë bei Bewegungen und pfeifende Athmung. Die Untersuchung der Brust ergiebt gegen früher keine Aenderung, nur dass überall lautes Pfeifen

am Thorax zu hören ist. Vitale Lungencapacität 1500 Ccm. Inspirationszug 30 Mm. Exspirationsdruck 20 Mm.

Die frühere Therapie wird beibehalten. Dazu werden noch Inspirationen comprimirter Luft und Exspirationen in verdünnte Luft hinzugefügt.

Schon in den folgenden Tagen verliert sich der pfeifende Athem, und auch bei der Auscultation ist kein Pfeifen mehr hörbar. Die Lungengrenzen retrahiren sich allmälig, wie die Percussion nachweist, und sind am Ende der Kur — am 21. November — vollkommen normal. Ein asthmatischer Anfall tritt während dieser Zeit nicht wieder auf. Pat. sieht blühend aus und fühlt sich so gesund und kräftig, wie seit 10 Jahren nicht. Sie setzt sich Wind und Wetter ohne Schaden aus, während sie früher jeden leisen Luftzug meiden musste. Sie macht grosse Spaziergänge und steigt Treppen ohne Spur von Dyspnoë.

	Vitale Capacität	Inspirationszug	Exspirationsdruck
Am 26. October	2150 Ccm.	52 Mm.	64 Mm.
1. Novmbr.	2200 -	70 -	80 -
8. -	2300 -	80 -	80 -
15. -	2300 -	80 -	80 -
21. -	2350 -	80 -	80 -

Am 30. April 1874 stellt sich mir Pat. von neuem vor. Sie berichtet, am 14. December, also nach einem Intervall von ca. 10 Wochen, wieder einen asthmatischen Anfall gehabt zu haben; derselbe war aber unverhältnissmässig viel schwächer, als sie es sonst gewohnt war. Sodann blieb sie volle 4 Monate von Anfällen verschont, obgleich sie sich unterdess nach einer Erkältung einen sehr heftigen Luftröhrencatarrh zugezogen hatte. Der am 16. April dagewesene Anfall war wieder ungewöhnlich leichter Art. Sie befand sich während des Winters und auch jetzt noch so vollkommen wohl, konnte wieder so vollständig an den Genüssen des Lebens und häuslichen Beschäftigungen theilnehmen, sich alles bieten, dass sie sich „wie ein anderer Mensch", gleichsam „wie ausgewechselt", so drückt sie sich wörtlich aus, vorkam. Sie hat auf meinen Rath während des ganzen Winters keinen Arsenik mehr genommen und nur während der Bronchitis die Inhalationen gebraucht.

Die Untersuchung der Brust ergiebt: vollkommen normale Lungengrenzen, auch das Herz nicht überdeckt; überall reines vesiculäres Athmen, Vitale Capacität 2250 Ccm. Inspirationszug 68 Mm. Exspirationsdruck 70 Mm.

Pat. braucht von neuem bis zum 29. Mai die Inspirationen comprimirter Luft und die Exspirationen in verdünnte Luft ohne jede weitere andere Medication. Ihr Wohlbefinden dauert fort, ohne irgend welche Störung.

Am 29. Mai 1874: Vitale Lungencapacität 2500 Ccm. Inspirationszug 90 Mm. Exspirationsdruck 90 Mm. Auscultation und Percussion ergeben nicht die Spur einer Abnormität.

Am 26. April 1878 sehe ich Pat. wieder. Sie ist glücklich, mir mittheilen zu können, dass sie seit der letzten Kur niemals wieder einen ausgeprägten asthmatischen Anfall gehabt habe. Nur einige Male, zumal als sie sich während der Menstruation Erkältungen aussetzte, litt sie an Andeutungen von Kurzathmigkeit beim Gehen und Steigen, einige Tage bis mehrere Wochen

lang. Sie lebte während der ganzen Zeit vollständig wie eine gesunde, ohne jemals der geringsten Schonung zu bedürfen — sie, die in den früheren Jahren oft während des ganzen Winters nicht einmal aus dem Hause ging. — Seit etwa 1 Jahr hustet sie ein wenig, expectorirt aber leicht. Die Untersuchung der Brust ergiebt vollkommen normale Lungen- und Lebergrenzen. Sonorer Percussionsschall über den Lungen. Ueberall lautes vesiculäres Athmen, an den hinteren unteren Partien mit Pfeifen. Innere Grenze der Herzdämpfung am rechten Sternalrand. Herztöne rein. Vitale Capacität 1800 Ccm. Inspirationskraft 38 Mm. Exspirationskraft 30 Mm. Pat. braucht noch einige Wochen den pneumatischen Apparat in früherer Weise zugleich mit Inhalationen von Kochsalz und Terpenthinöl. Der Husten wird dabei auf ein Minimum reducirt.

29. Asthma nervosum. Emphysem. 25. Juni 1874. Krbl., Schuhmacher, 41 Jahre alt. Seit 8—9 Jahren asthmatische Anfälle, anfangs seltener, seit 4 Jahren immer häufiger und heftiger auftretend. Im letzten Jahre bis zur Zeit, dass sich Pat. mir vorstellt, verging keine Woche ohne Anfall; gewöhnlich treten zwei Anfälle wöchentlich auf. Dieselben beginnen in der Regel Nachts, dauern meist 48 Stunden an, und kaum hat sich Pat. von einem Anfall zu erholen begonnen, ist bereits der folgende im Anzuge. Weder in den Intervallen, noch im Anfang der Anfälle besteht Husten; erst gegen Ende derselben tritt er zur Erleichterung des Kranken ein. In den Intervallen Dyspnoë bei stärkeren Bewegungen. Pat. ist durch sein Leiden ausserordentlich heruntergekommen und fast vollkommen arbeitsunfähig geworden.

Pat. ist mittelgross. Gebeugte Haltung. Objective Dyspnoë. Fassförmiger, wenig beweglicher Thorax. Die Lungen überdecken das Herz vollständig und reichen bis zum freien Rippenrande. Der rechte Ventrikel zeigt sich bei der Percussion etwas vergrössert; Pulmonalarterienton verstärkt. Leber um 1 Intercostalraum herabgedrängt. Ueber den Lungen überall sehr leises vesiculäres Athmen, hier und da mit Pfeifen. Vitale Capacität 3000 Ccm. Inspirationszug 60 Mm. Exspirationsdruck 60 Mm.

Therapie: Inspiration comprimirter Luft, Exspiration in verdünnte Luft: Inhalationen von Kochsalz mit Terpenthinöl.

Pat. vermag die Kur nur vom 25. Juni bis zum 21. Juli zu gebrauchen, und reist dann, sich hinreichend gekräftigt glaubend, in seine Heimath. Während dieser Zeit tritt nur in der Nacht vom 17. zum 18. Juli[1]) ein Anfall auf, aber ausserordentlich leichten Grades und kaum einige Stunden dauernd. Die übrige Zeit befindet er sich frei von allen asthmatischen Beschwerden. Sein Allgemeinbefinden hebt sich vom ersten Tage an merklich. Der Appetit wird rege, und die Kräfte nehmen zu, so dass Pat. schon nach acht Tagen sich vollkommen wohl und arbeitsfähig zu fühlen angiebt. Die früher perma-

1) In derselben Nacht hatten drei andere meiner Patienten gleichfalls einen Anfall. Das zeitliche Zusammentreffen des asthmatischen Anfalls bei mehreren Kranken habe ich häufig zu beobachten Gelegenheit gehabt — ein Beweis dafür, dass das Auftreten der Anfälle theilweise von atmosphärischen Einflüssen, freilich noch unbekannten, abhängt.

nente Dyspnoë der Intervalle verliert sich gleichfalls sehr bald vollständig, und Pat. kann schnell gehen und Treppen steigen ohne Mühe. Die Percussion der Brust am 21. Juli ergiebt: sowohl über dem Herzen als an den unteren Thoraxpartien normale Lungengrenzen, auch Stand der Leber normal. Ueberall am Thorax reines lautes vesiculäres Athmen. Vitale Lungencapacität 3600 Ccm. Inspirationszug 70 Mm. Exspirationsdruck 70 Mm.

Am 22. Juni 1876 besucht mich Pat. von neuem und theilt mir mit, dass er seit der Kur vollkommen gesund und kräftig und stets arbeitsfähig gewesen sei. Asthmatische Anfälle habe er nicht gehabt, nur einige Male leichte Anwandlungen von Beklemmung, die stets nach wenigen Mintuen vorübergegangen. Erst seit 4 Wochen habe er wieder zum öfteren leichte asthmatische Beschwerden des Nachts gehabt, und sei seitdem auch beim Steigen wieder leicht kurzathmig, weshalb er meine Hülfe wieder nachsuche.

Kein Husten. Normale Lungengrenzen. Ueberall reines, leises vesiculäres Athmen. Vitalcapacität 2800 Ccm. Es wird ihm von neuem der Gebrauch des pneumatischen Apparates angerathen. Er gebraucht denselben in früherer Weise bis zum 20. Juli. Gleich von dem ersten Tage an Aufhören aller Klagen.

30. Asthma nervosum. Emphysem. 21. September 1874. Hrm., 42 Jahre alt, Kaufmann. Leidet seit seiner frühsten Kindheit an Asthma, so dass er sich keiner Zeit seines Lebens zu erinnern vermag, in der er ganz gesund gewesen. Die Anfälle sind meist sehr hochgradig und dauern 2—8 Tage. Intervalle hatten früher wohl zuweilen mehrere Monate bis zu 1 Jahr angedauert, für gewöhnlich jedoch, zumal in letzter Zeit, erstrecken sie sich meist nur auf acht Tage, selten auf wenige Wochen. Während des letzten Winters waren die Anfälle fast regelmässig alle acht Tage wiedergekehrt, und kaum war der eine beendet, so begann der andere, so dass Pat. kaum wenige Tage hinter einander sich frei fühlte. Auch während der Intervalle ist die Dyspnoë sehr hochgradig und hindert bei jeder Bewegung, namentlich beim schnellen Gehen und Steigen. Durch diese Dyspnoë wird Pat. auch in den Intervallen dauernd an sein Leiden erinnert. Husten ist weder während der Anfälle noch in den freien Zeiten vorhanden, nur gegen Ende der Anfälle tritt er unbedeutend auf. Pat. giebt an, dass wenn er zufällig einmal Husten acquirirte, er dann gerade frei von Anfällen blieb. Eine Erleichterung von seinen Anfällen fühlt Pat., wenn er auf Reisen ist, gleichgiltig wo; deshalb fühle er sich auch im Sommer etwas besser als im Winter, weil er zu reisen pflege. Jetzt ist er wieder hierher — er wohnt in Berlin — zurückgekehrt, und die Anfälle sind fast permanent vorhanden; gegenwärtig leidet er seit einer vollen Woche ohne Unterbrechung an heftigem Asthma.

Er kommt am 21. Sept. während seines asthmatischen Anfalls in meine Sprechstunde. Ich war gerade verreist, und der Herr College Dr. Salzmann, welcher mich vertrat, liess ihn nach vorhergegangener Untersuchung sofort comprimirte Luft einathmen und sodann in verdünnte Luft ausathmen.

Während der Einathmung der comprimirten Luft sistirt der Anfall unverzüglich.

Am 25. September 1874 nach meiner Rückkehr nahm ich folgenden Sta-

tus praesens auf: Pat. ist kräftig gebaut, ziemlich entwickelter Panniculus adiposus. Vornüber gebeugte Haltung. Thorax sehr ectatisch. Die Lungen überdecken das Herz und reichen bis zum freien Rippenrand. Leber herabgedrängt. Ueberall am Thorax Pfeifen und Schnurren. Vitale Lungencapacität 1600 Ccm. (Am Pneumatometer ist leider nicht gemessen worden. Es ist wahrscheinlich unterblieben, weil ich am selben Tage erst von der Reise zurückgekehrt und mehr als gewöhnlich in Anspruch genommen war.) Subjective und objective Dyspnoë. Der eigentliche asthmatische Anfall blieb seit dem ersten Gebrauch der Kur, welche täglich fortgesetzt worden war, sistirt.

Ich liess dieselbe in der gleichen Weise, wie bisher von Herrn Dr. Salzmann angeordnet, fortgebrauchen: zuerst Inspiration comprimirter Luft (2 Cylinder, später auf 4 Cylinder steigend), sodann Exspiration in verdünnte Luft (desgleichen).

In der Nacht vom 29. zum 30. Sept. trat noch einmal ein sehr leichter asthmatischer Anfall auf. Noch mit demselben behaftet kam Pat. am folgenden Nachmittage zu mir, und während des Gebrauchs der comprimirten Luft ging der Anfall spurlos vorüber, ohne zur Nacht wiederzukehren. Auch die Dyspnoë in den Intervallen schwindet mehr und mehr, endlich ganz. Pat. vermag Treppen ohne Mühe zu steigen. Er geht aufrecht, nicht mehr gebückt. Er spricht fliessend, während er früher nur absatzweise sprach. Er ist glücklich mir mittheilen zu können, dass er niemals in seinem ganzen Leben sich so gesund und so frei von allen Beschwerden gefühlt habe wie jetzt. Gegenwärtig wird er zum ersten Male, seit seine Erinnerung reicht, nicht mehr daran gemahnt, dass er krank ist. Sein Aussehen ist vortrefflich.

Eine am 20. October vorgenommene Untersuchung ergiebt: Keine Spur von Dyspnoë. Vollkommen normale Lungengrenzen. Normaler Stand der Leber. Ueberall am Thorax ziemlich lautes vesiculäres Athmen, kein Pfeifen oder Schnurren. Vitale Lungencapacität 2700 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 130 Mm.

12. December. Braucht seit 3 Wochen den Apparat in seiner Wohnung. Sein Wohlbefinden dauert an. Nur vor 4 Wochen hatte er eine Andeutung von Asthma, welches sofort, während er bei mir comprimirte Luft einathmete, schwand. Vor 6 und vor 7 Tagen gleichfalls Morgens mit Asthma erwacht; sofort wurde comprimirte Luft inspirirt, und der Anfall sistirte unverzüglich, so dass Pat. sich unmittelbar darauf wieder in's Bett legen konnte und mehrere Stunden schlief, um anfallsfrei zu erwachen. (Sonst war es Pat. beim Anfall unmöglich im Bett zu bleiben, geschweige denn daselbst zu schlafen.)

19. December. Am 13. Dec. leitete Pat. kalte Luft von der Strasse in den pneumatischen Apparat und athmete dieselbe, nachdem sie freilich einige Zeit gestanden, comprimirt ein. Sofort hatte er ein Kältegefühl in der Brust. Am 15. und 16. Dec. gegen Morgen asthmatischer Anfall, durch den Apparat beseitigt, aber später wiederkehrend; Nachmittags ebenfalls durch comprimirte Luft beseitigt. Am 17. kein Anfall mehr. Seitdem Husten. Die Untersuchung der Brust ergiebt, dass die untere Lungengrenze wieder um die Breite eines Intercostalraums erweitert ist; hier und da hört man Pfeifen.

1. Febr. 1875. Seit dem 16. Dec. kein Asthma mehr. Ich bemerke, dass Pat. seit langen Jahren gewöhnt ist, allabendlich Salpeterpapier anzuzünden, und dass er regelmässig, so oft er es früher durch Zufall unterlassen hatte, mit einem heftigen asthmatischen Anfall gegen Mitternacht aufwachte. Seit dem Beginn der Kur hat Pat. gleichfalls mit Salpeterpapier allabendlich geräuchert. Mehrere Male versuchte er, ohne Salpeterräucherung zu schlafen; er schlief dann die Nächte gut, erwachte aber Morgens zwischen 5—6 Uhr mit einem gewissen unbehaglichen Gefühl, das er nicht näher zu beschreiben vermag, das aber nicht als Asthma sich äusserte. Ich rieth ihm deshalb das Salpeterpapier weiter zu gebrauchen. Pat. ist vollkommen gesund und geht seinen Geschäften mit Eifer nach. Husten ist geschwunden. Keine Spur von Dyspnoë, auch nicht beim Treppensteigen und beim Heben schwerer Waarenballen. Pat. hatte vor 14 Tagen starken Schnupfen 8 Tage lang, trotzdem keine Andeutung von Asthma. Die Untersuchung am 1. Febr. ergiebt wieder vellkommen normale Lungengrenzen. Ueberall reines vesiculäres Athmen, nur links hinten unten etwas Pfeifen. Vitale Capacität 2700 Ccm. Inspirationszug 104 Mm. Exspirationsdruck 130 Mm.

Auch in den folgenden Wochen ist Pat. vollkommen gesund. Er versucht zwei Nächte hinter einander ohne Salpeterpapier zu schlafen, in der ersten Nacht keinerlei Störuug, in der zweiten gegen Morgen unbehagliches Gefühl, kein Asthma.

Pat. hat somit den ännserst schweren Winter, welcher vielen Asthmatikern so verhängnissvoll wurde[1]), in einem so vorzüglichen Gesundheitszustande zugebracht, wie niemals auch nur annähernd während seines ganzen Lebens. Er sagte mir bei seinem letzten Besuche am 15. März, dass er und seine Familie fast schon vergessen hätten, dass er überhaupt noch an Asthma leide. Indess in der Nacht vom 7. zum 8. März trat von neuem ein leichter Anfall auf, der aber am folgenden Tage während der Kur schwand. In derselben Nacht hatten auch andere von meinen Asthmatikern gleichfalls Anfälle, es war der plötzliche Umschwung des Wetters — Thauwetter nach langer Kälte, Südwind nach lange herrschendem Ostwind — eingetreten. Pat. befindet sich wieder vollkommen gesund. Lungen- und Lebergrenzen normal. Ueberall am Thorax reines vesiculäres Athmen. Vitale Capacitkt 2900 Ccm. Inspirationszug 110 Mm. Exspirationsdruck 130 Mm.

Er hat während des ganzen Winters den pneumatischen Apparat gebraucht und stieg auf je 4 Cylinder comprimirte und verdünnte Luft täglich, zu $^1/_{60}$—$^1/_{40}$ Atmosphärendruck von beiden.

31. Asthma nervosum. Emphysem. 12. Novbr. 1874. v. d. Mrw., Officier, 23 Jahre alt, wurde mir von Herrn Oberstabsarzt Dr. Fischer zur Behandlung überwiesen. Er leidet seit dem Feldzuge 1871 an Asthma. Dem schriftlichen Berichte des Herrn Collegen zufolge sind „die Anfälle anfangs

1) Zwei mir bekannte Asthmatiker starben in diesem Winter während des Anfalls. Von dem einen ist die Krankengeschichte (Fall 19) oben mitgetheilt. Dass atmosphärische Einflüsse wirken, ist sicher; aber unbekannt, wie? Vergl. oben die Anmerkuug auf S. 481.

in langen Pausen, nach Verlauf von 1 Monat und darüber, wiedergekehrt, in letzter Zeit aber sehr häufig, schon nach wenigen Tagen. Dauer derselben anfangs 5—10 Stunden, jetzt bis zu 2 Tagen. Causalmomente sind nicht aufzufinden gewesen. Beginn des Anfalls gewöhnlich in den frühen Morgenstunden. Die Intervalle sind ganz frei." Kein Husten.

Grosser Wuchs. Mässig kräftig gebaut. Brust gut gewölbt. Die Lungen überdecken das Herz und reichen in der Mammillarlinie bis zur 8. Rippe. Ueberall reines vesiculäres Athmen. Vitale Lungencapacität 3000 Ccm. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 120 Mm.

Behandlung: Inspiration comprimirter Luft (2, später 3 Cylinder), dazwischen Exspiration in verdünnte Luft (3, später 4 Cylinder); innerlich Solutio Fowleri.

Am 14. Dec. Beendigung der Kur. Pat. hat während der ganzen Zeit auch nicht die mindeste Andeutung eines asthmatischen Anfalls gehabt. Keine Spur von Dyspnoë. Pat. kann die Treppen ohne Anstrengung schnell hinauf laufen. Herz nicht mehr von Lunge überdeckt. Lungengrenzen normal. Vitale Lungencapacität 4000 Ccm. Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 140 Mm.

Pat. reist in seine Heimath und gebraucht daselbst vom 26. December an den pneumatischen Apparat in bisheriger Weise (je 4 Cylinder Inspiration comprimirter und Exspiration in verdünnte Luft). Am 25. Januar stellt er sich mir wieder vor. Es ist seit dem Beginn der Kur, also seit $2^1/_2$ Monaten, kein asthmatischer Anfall aufgetreten, auch nicht einmal eine Mahnung an denselben. Pat. fühlt sich vollkommen gesund. Keine Spur von Dyspnoë auch bei Anstrengungen. Vollkommen normale Lungengrenzen. Ueberall reines vesiculäres Athmen. Vitale Lungencapacität 4050 Ccm. Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 140 Mm.

Pat. geht für den Rest des Winters nach Oberitalien.

Am 10. April 1875 erhielt ich die Nachricht, dass Pat. bis jetzt von Anfällen gänzlich verschont geblieben ist und sich vollkommen wohl fühle.

Am 12. Juli 1875 besuchte mich Herr v. d. Mrw. noch einmal und theilte mir mit, dass er im Winter in San Remo, Venedig und Meran sich aufgehalten habe und dass er am letzteren Orte an Ileotyphus, den er wahrscheinlich in Venedig acquirirt habe, erkrankt sei. Er habe weder asthmatische Anfälle noch überhaupt Dyspnoë gehabt. Nur an dem Tage vor dem Ausbruch des Typhus litt er an Beklemmung. Den Typhus hat er gut überstanden, eben so ist er von einer in Abscedirung endigenden Entzündung der Cervicaldrüsen, die sich an den Typhus anschloss, glücklich genesen und fühlt sich vollkommen wohl. Die Untersuchung der Brust ergiebt: vollkommen normale Lungengrenzen; überall reines vesiculäres Athmen. Inspirationskraft 130 Mm. Exspirationskraft 140 Mm. Vitalcapacität 4600 Ccm.

Was den weiteren Verlauf der Krankheit betrifft, so erhielt ich von Hrn. Oberstabsarzt Dr. Fischer d. d. 17. April 1880 auf meine Anfrage die Mittheilung, dass die pneumatische Behandlung ebenso wie ein längerer Aufenthalt in Italien keinen nachhaltigen Erfolg gehabt habe, und die Anfälle wieder gekehrt seien. In den letzten Jahren seien die Anfälle selten und nur dann aufgetreten, wenn Pat. an einem fremden Orte geschlafen habe, wobei das

Einathmen von Amylnitrit gewöhnlich den Anfall coupiren konnte. Auch Jodkalium sei früher nützlich gewesen.

32. Asthma nervosum. Emphysema pulmonum. 24. Febr. 1876. Frau Grnwld., 32 Jahre alt, Waschfrau, leidet seit 5 Jahren an heftigen asthmatischen Anfällen, welche in Intervallen von 3—4 Wochen, zuweilen schon, so namentlich in letzter Zeit, allwöchentlich auftraten, meist in der Nacht ohne Vorboten beginnen und 3—5 Tage andauern. Husten ist für gewöhnlich nicht vorhanden und stellt sich nur gegen Ende des Anfalls mit der Erleichterung desselben ein. In den Intervallen ist Pat. gleichfalls beim Steigen und Arbeiten durch Kurzathmigkeit gehindert. Die letzte Nacht trat wiederum ein heftiger asthmatischer Anfall ein, der jetzt noch fortbesteht. Die Dyspnoë ist höchst intensiv, der Athem laut pfeifend. Pat. kann sich nur schwer bewegen und schleppt sich nur mit äusserster Anstrengung zu mir.

Thorax ectatisch. Stand des Zwerchfells vorn an der 6. Rippe. Lungengrenze reicht bis zum freien Rippenrand. Herz von Lungen vollkommen überdeckt. Ueberall am Thorax hört man nichts als lautes Pfeifen und musikalische Geräusche, die das Athmungsgeräusch übertönen. Wegen der hochgradigen Dyspnoë kann weder am Spirometer noch am Pneumatomer geathmet werden.

Ich lasse Pat. sofort comprimirte Luft ($^1/_{60}$ Atm.-Druck, bald auf $^1/_{48}$ Atm.-Druck gesteigert) einathmen. Allmälig schon während der Athmung mildert sich der Anfall, und Pat. verlässt mich mit nur geringer Dyspnoë. Die Nacht darauf schläft Pat., durch keinen Anfall gestört, ruhig in ihrem Bett.

Am folgenden Tage noch geringe Dyspnoë. Wiederum lasse ich 3 Cylinder comprimirte Luft ($^1/_{48}$ Atm.-Druck) einathmen, und da die Dyspnoë hierdurch bis auf einen geringen Grad gewichen, lasse ich nach etwa 15 Minuten auch in verdünnte Luft ($^1/_{48}$ Atm.-Druck) ausathmen. Während dessen weicht jede Dyspnoë. Der Anfall ist vollständig coupirt.

Pat. athmet nun täglich comprimirte Luft ($^1/_{60}$ Atm.-Druck) ein und in verdünnte Luft ($^1/_{60}$ Atm.-Druck) aus (je 3 Cylinder) und setzt die Kur mit öfteren Unterbrechungen bis Anfangs Mai fort. Sie bleibt während dessen frei von allen Anfällen.

Im Juli und Anfangs August 1876 treten wieder leichte asthmatische Beschwerden auf, die sich aber nicht zu einem ausgebildeten Anfall steigern und sie im Arbeiten nicht behindern. Sie kommt wieder zum öfteren zu mir, und die Beschwerden sind sofort beseitigt.

Am 9. Jan. 1877 stellt sie sich mir wieder vor. Sie hat in der ganzen Zeit keinen einzigen Anfall wieder gehabt, selbst nicht einmal die leiseste Andeutung eines solchen verspürt. Sie fühlt sich vollkommen gesund, kann Treppen schnell hinaufsteigen und ihre sehr schwere Arbeit ohne Mühe verrichten.

Am 5. November 1877 sehe ich Pat. wieder. Vor 14 Tagen ist sie glücklich von Zwillingen entbunden. Sie hat seit dem Februar 1876, wo sie die pneumatische Kur begonnen, ausser den leichten Anwandlungen im Juli und August 1876, keinen einzigen asthmatischen Anfall mehr gehabt, trotz ihrer Graviditas stets schwer gearbeitet und findet sich jetzt, obgleich erst

kurze Zeit nach der Entbindung, wieder vollkommen wohl, wenn auch im Vergleich zu ihrer früheren Plethora etwas anämisch.

Ein halbes Jahr später, nachdem sie $2^1/_4$ Jahre von jedem Anfall und 2 Jahre selbst von jeder Andeutung eines solchen verschont geblieben war, stellte sich wiederum in der Nacht ein leichter asthmatischer Anfall ein. Am folgenden Tage kam Pat. zu mir, gebrauchte wieder Einathmungen comprimirter und Ausathmungen in verdünnte Luft, und der Anfall kam nicht wieder.

Seitdem habe ich Pat. noch häufig bis in die letzte Zeit hinein gesehen. Sie kommt zuweilen, wenn sie gerade nicht beschäftigt ist, um die pneumatische Kur, wenn auch unregelmässig, zu gebrauchen. Ein asthmatischer Anfall ist nicht wieder da gewesen. Pat. ist robust, arbeitet schwer ohne jede Mühe, ohne Spur von Dyspnoë. Die Untersuchung der Brust ergiebt ausser dem ectatischen Bau derselben keine Abnormitäten der Lungengrenzen, überall reines, vesiculäres Athmen [1]).

33. Emphysem. Sommerasthma. 7. Juli 1873. M. Std., Kaufmann, aus St. Louis in Amerika, 41 Jahre alt, leidet seit 5 Jahren regelmässig an Sommer-Asthma oder Heu-Asthma. Dasselbe beginnt gewöhnlich Mitte Juli mit Schnupfen, zu dem dann im August heftiges Asthma von 2—3 Wochen Dauer hinzutritt. Die Anfälle dauern während dieser Zeit, indem geringe Unterbrechungen oder Remissionen mit starken Exacerbationen abwechseln, Tag und Nacht an. Die Exacerbation mit hochgradiger Orthopnoë geht bald nach wenigen Stunden vorüber, bald hält sie bis zu 24 Stunden an, desgleichen die Remission. Während des Asthma besteht trockener Husten. Nach Ablauf des letzteren leidet der Kranke während des ganzen Jahres weder an Husten, noch an asthmatischen Anfällen, wird aber leicht dyspnoëtisch bei stärkeren Anstrengungen und beim Berg- und Treppensteigen. Ausserdem leidet er seit 4 Jahren permanent an Kitzel im Halse, Räuspern und geringem Schleimauswurf.

Am 7. Juli 1873 stellt sich Patient, der eben aus Amerika angekommen, mir vor. Schnupfen und Asthma ist noch nicht eingetreten. Patient klagt aber über etwas Brustschmerzen. Stuhl ist retardirt; sonst befindet sich Pat., abgesehen von den genannten Beschwerden, vollkommen wohl und kräftig.

Pat. ist sehr gross und ausserordentlich kräftig gebaut. Die Brust ist breit und stark gewölbt. Die Lungen sind über ihre normalen Grenzen bedeutend ausgedehnt. Sie reichen nach unten bis zum freien Rippenrand und bedecken das Herz total. Ueberall besteht reines vesiculäres Athmen. Die laryngoskopische Untersuchung weist eine catarrhalische Pharyngo-Laryngitis nach.

Die vitale Lungencapacität beträgt 3500 Ccm. Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 100 Mm.

---

1) Dieser höchst interessante Fall mit wahrhaft glänzendem Erfolge der pneumatischen Behandlung ist derselbe, den ich in meiner Schrift über „die Messung des Pulses und des Blutdrucks am Menschen" auf pag. 119 erwähnte. Es fanden sich bei dieser Pat. auch sehr bemerkenswerthe Verhältnisse am Pulse, auf die ich hier indess nicht näher eingehen kann.

Die am 16. Juli, bei unverändertem Status praesens, eingeleitete Behandlung ist einerseits gegen die Pharyngo-Laryngitis, andererseits gegen das Emphysem gerichtet. Ich touchirte den Larynx mit einer 20proc. Tanninlösung, den Pharynx mit einer Mixtur von Jod und Tannin (Acid. tannici 10,0; Aq. destill. 30.0; Tinct. jodi 20,0), liess Kochsalz mit Ol. Terebinth. inhaliren und ein terpenthinhaltiges Liniment in die Brust einreiben. Zugleich liess ich den Pat. täglich in verdünnte Luft exspiriren, zunächst an dem Hauke'schen, später an meinem Apparat [1]). Es wurde mit einer Luftverdünnung von $^1/_{60}$ Atm. begonnen, später allmälig bis zu $^1/_{30}$ Atm. gestiegen. Pat. vermag ein ausserordentlich grosses Luftquantum in die verdünnte Luft zu entleeren, welches indess in einem gewissen Verhältniss zu seiner Grösse und seinem umfänglichen Thorax stand.

Der Pharyngo-Laryngealcatarrh besserte sich sehr schnell und schwand ganz. Ueber Brustschmerzen wurde bald nicht mehr geklagt, eben so wenig über Dyspnoë beim Treppensteigen.

Sowohl die vitale Lungencapacität wie die pneumatometrischen Werthe nehmen allmälig beträchtlich zu:

	Vitale Lungencapacität	Inspirationszug	Exspirationsdruck
Am 23. Juli	3700 Ccm.	150 Mm.	120 Mm.
1. August	4000 -	150 -	140 -
10. -	4200 -	168 -	160 -

Die Percussion ergiebt am 10. August: Die unteren Lungengrenzen reichen in der Parasternallinie bis zur 7., in der Mammillarlinie bis zur 8. Rippe. In einem schmalen Streifen neben dem Sternum ist das Herz nicht mehr von der Lunge überdeckt. Patient ist frei von jederlei Beschwerde. Er reist ab und zwar nach St. Moritz. Dort macht er beträchtliche Bergpartien ohne jede Anstrengung, während ihm früher schon das Treppensteigen schwer fiel.

Am 25. August kehrte er zu mir zurück. Es hatte sich etwas Schnupfen und Halsschmerz eingestellt, was übrigens schnell wieder wich; auch hat er im Hochgebirge an Nasenbluten gelitten. Ueber Dyspnoë klagte er nicht. Die Untersuchung der Lunge ergiebt indess, dass ihre Grenzen wieder etwas mehr als am Ende der Kur ausgedehnt sind; desgleichen haben sich die spirometrischen und pneumatometrischen Masse wieder vermindert.

Vitale Lungencapacität 3800 Ccm. Inspirationszug 150 Mm. Exspirationsdruck 130 Mm.

Sicherlich trug die unvermittelte Uebersiedelung ins Hochgebirge und die dortige Anstrengung die Schuld, dass das Emphysem von neuem verstärkt war [2]).

---

1) Sämmtliche übrigen mitgetheilten Fälle sind ausschliesslich mit meinem pneumatischen Apparate behandelt.

2) Dieser Fall blieb mir übrigens keineswegs vereinzelt. Vielmehr habe ich zum öfteren durch Percussion und besonders durch die Pneumatometrie constatiren können, dass der Aufenthalt im Hochgebirge Emphysem erzeugen könne, namentlich auch bei Phthisikern, die zur Kur in's Hochgebirge geschickt wurden.

Es wurde nun die frühere Behandlung an meinem pneumatischen Apparat fortgesetzt, wobei Pat. bei der Anwendung der verdünnten Luft bis zu $^1/_{24}$ Atm. [1]) stieg. Der Erfolg war ein ausserordentlich eclatanter.

Schon nach 5 Tagen fand ich die Lungengrenzen in der Parasternallinie zur 6., in der Mammillarlinie zur 7. Rippe und am Rücken bis zum 10. Brustwirbel hinaufgestiegen, so wie das Herz in mässiger Ausdehnung nicht mehr von der Lunge überdeckt — also vollkommen normale Verhältnisse.

Am 30. August betrug die vitale Lungencapacität 4350 Ccm., der Inspirationszug 180 Mm., der Exspirationsdruck gleichfalls 180 Mm. Pat. erzielte nicht nur mit Bequemlichkeit diese pneumatometrischen Maxima, welche selten auch von den kräftigsten Personen erreicht werden, sondern er vermochte sogar mehrere Secunden hindurch den Stand des Quecksilbers auf einer abnorm grossen Höhe zu erhalten, nämlich bei der Inspiration auf 130 Mm., bei der Exspiration auf 125 Mm.

Ich bemerke noch, dass Pat. am Ende der Kur bei einer Luftverdünnung von $^1/_{26}$ Atm. 7800 Ccm. Luft in den Apparat zu entleeren vermochte — das höchste Mass, das mir bisher vorgekommen ist; freilich gehörte auch sein Brustkorb zu den grössten und umfangreichsten, die mir begegnet sind.

Herr Std. reiste am 31. August wieder in seine Heimath zurück. Sein Emphysem durfte, nach den übereinstimmenden Ergebnissen aller Untersuchungsmethoden und bei dem absoluten Mangel jeglicher subjectiven Beschwerden, als vollkommen geheilt betrachtet werden.

Auch das Sommerasthma war in diesem Jahre nicht wiedergekehrt. Es ist indess möglich oder selbst wahrscheinlich, dass die Entfernung aus der Heimath für sich allein schon das Ausbleiben des Asthma bewirkt hätte. Ob dasselbe in den nächsten Sommern wiedergekehrt ist, weiss ich nicht. Im Frühjahr 1874 hatte ich zuletzt Nachricht, die sehr günstig lautete.

Schliesslich verweise ich noch auf die vorzügliche, von Sommerbrodt mitgetheilte Casuistik, welche höchst glänzende Heilerfolge aufweist. Von grossem Werthe sind ferner die Krankenberichte und Beobachtungen, welche Störk, Schnitzler, Biedert, Sieffermann, Küss, Lambert (nach Untersuchungen auf Lépine's Klinik), Knauthe, Geigel und Mayr, Sannes, Massei, Amati, Cron veröffentlichten, und welche alle darin übereinstimmen, die hohe Bedeutung des pneumatischen Apparats bei der Behandlung des Emphysems als über jeden Zweifel erhaben festzustellen. Es liegen ausser den Berichten der genannten Autoren noch eine ganze Reihe von Mittheilungen anderer Aerzte vor, welche gleichfalls die günstigen Heilerfolge bestätigen, so von Closset, Solomka, Eppinger, Polanski,

---

1) In keinem späteren Falle bin ich wieder bis zu einer so starken Luftverdünnung hinaufgegangen.

Neukomm, Schreiber, v. Corval[1]) u. a. Der Raum verbietet es, näher auf die Einzelheiten einzugehen.

Lungenschwindsucht, chronische Pneumonie, phthisischer Habitus.

Bei der Lungenschwindsucht liegt das, was wir durch die pneumatische Therapie zu erreichen im Stande sind, in weit bescheideneren Grenzen als beim Emphysem. Wir werden immer nur symptomatisch, niemals radical gegen den vorgeschrittenen Krankheitsprocess selbst zu wirken vermögen. Ein ulcerativer Process, oder gar eine Resorption käsiger Materie wird durch die pneumatische Behandlung nicht gehemmt; wo ersterer im schnellen Fortschreiten begriffen, oder wo sogar schon letztere im Gange ist (Combination der Phthisis mit Tuberculose), werden wir nichts erzielen.

Und dennoch ist das, was wir durch den pneumatischen Apparat häufig zu bewirken vermögen, immer noch erheblich genug, um zu demselben, wo irgend möglich, unsere Zuflucht zu nehmen. Auch bei Phthisikern übt die comprimirte Luft die gleiche mechanische Wirkung auf die Lungen und die Respiration aus, wie ich sie oben ausführlich beschrieben. Hierdurch leistet sie sehr wichtige Dienste gegen manche Krankheitssymptome und gerade am meisten gegen diejenigen, welche die quälendsten und verderblichsten sind. Die comprimirte Luft wirkt zunächst der Dyspnoë entgegen. Auch erleichtert sie meist die Expectoration und mildert den Husten. Sodann erhöht sie die vitale Lungencapacität und die Athemkraft, erweitert somit den Raum für die noch gesunden Lungenpartien, vergrössert ihre Wirksamkeit und veranlasst dadurch die noch gesunden Lungenlappen gleichsam zu einer compensirenden Thätigkeit für die kranken. Dauert der Krankheitsprocess fort, und lässt er sich durch andere Mittel nicht beseitigen oder aufhalten, so erhält der Organismus wenigstens Zeit, denselben besser zu ertragen und, wo es möglich, seinen Ablauf ohne zu grosse Schwächung zu überdauern. Auf diese Weise erkläre ich mir, dass ich in manchen Fällen überraschend günstige und

1) v. Corval: Beitrag zur Beurtheilung der Hydro- und Pneumatotherapie. Separatabdruck aus den „Aerztlichen Mittheilungen aus Baden 1880 No. 1". Die Arbeit erschien, nachdem das Literaturverzeichniss auf S. 168 längst gedruckt war, konnte deshalb dort nicht mehr aufgenommen werden.

zwar nicht nur vorübergehende, sondern selbst andauernde Heilresultate erhielt, obgleich ich mir bei dem bereits vorgeschrittenen Krankheitsprocesse sagen musste, dass die pneumatische Therapie gegen diesen selbst kaum etwas hat leisten können.

Am günstigsten sind diejenigen Fälle für die pneumatische Behandlung, welche ganz fieberlos oder nur mit geringem Fieber langsam verlaufen und sich noch im ersten, rein entzündlichen Stadium befinden, oder mit anderen Worten, in welchen nur noch eine chronische Pneumonie ohne nachweisbaren Ulcerationsprocess, also noch keine vollkommen ausgebildete Phthisis pulmonum, besteht. Hier ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass die comprimirte Luft durch Druck auf die Lungencapillaren direct entzündungswidrig wirkt, also nicht nur der indicatio symptomatica, sondern selbst der indicatio morbi genügt. In der That habe ich in mehreren solchen Fällen eine fast radicale nachhaltige Wirkung erzielt: nicht nur dass alle subjectiven Symptome sich verminderten oder schwanden, dass die vitale Capacität und die Athemkraft bis zu der Höhe normaler Werthe sich steigerten, auch die Percussion und Auscultation lieferte die unzweifelhaften Beweise der Besserung oder vorläufigen Heilung. Auf wie lange? das weiss ich freilich nicht. In vielen Fällen jedoch konnte ich nach Monaten oder selbst nach Jahren den fortdauernden guten Gesundheitszustand constatiren.

Nicht minder günstig für die pneumatische Behandlung sind diejenigen Fälle von chronischer Pneumonie und Phthisis, welche sich in rückschreitender Entwicklung befinden, bei denen die active Entzündung oder selbst der ulcerative Process abgelaufen und nur noch die Folgen — namentlich cirrhotische Verdichtungen im Lungengewebe, meist mit circumscripten atelektatischen Herden und mit Bronchitis gepaart. oder in ganz frischen Fällen Herde verzögerter Resolution des Entzündungsproductes (vergl. besonders Fall 60), welche so gern den Ausgang in Verkäsung und Ulceration nehmen —, bestehen. Hier ist meist die Dyspnoë noch erheblich, der Husten oft stark, Abmagerung und Mattigkeit dauern nicht selten noch fort. In solchen Fällen leistet die comprimirte Luft vorzügliche Dienste, indem sie die Dyspnoë beseitigt, den Husten vermindert, Athemraum und Athemkraft vermehrt. Auch hier weist die Percussion häufig eine Verminderung oder selbst ein Schwinden der Dämpfung nach, die Auscultation ergiebt an Stelle des früheren

bronchialen und unbestimmten Athmens mit Rasselgeräuschen das Aufhören dieser letzteren und normales vesiculäres Athmen; endlich zeigt die Inspection an, dass die früher eingesunkenen und wenig beweglichen oberen Thoraxpartien nunmehr gut gewölbt erscheinen und bei tiefer Inspiration sich ergiebig ausdehnen. Es ist hier demnach Lungengewebe functionsfähig geworden, welches es früher nicht war.

Am wenigsten günstig sind die subacut verlaufenden Fälle mit schnell vorschreitendem Ulcerationsprocess. Hier vermag die pneumatische Kur, wie gesagt, das Fortschreiten des Leidens nicht zu hemmen; die dennoch zuweilen eintretenden bemerkenswerthen Erfolge habe ich oben zu erklären versucht. Bei acutem Verlaufe endlich oder wo, den Symptomen nach zu urtheilen, bereits Miliartuberculose mit der käsigen Pneumonie sich combinirte, habe ich auf die Anwendung des pneumatischen Apparats überhaupt verzichtet. Ausserdem muss ich bemerken, dass alle diejenigen Phthisiker, welche ich mit der in Rede stehenden Methode behandelte, abgesehen von sehr wenigen Ansnahmen, sämmtlich noch ambulant waren. In Fällen, wo die Kranken bereits an's Zimmer oder sogar an's Bett gefesselt waren, habe ich bisher meist den Apparat mit Fleiss nicht angewendet, um dessen Wirkung bei der Aussichtslosigkeit eines Erfolges nicht in Misscredit zu bringen, und um dem Kranken nicht eine Anstrengung zu bereiten, die möglicherweise grösser sein konnte, als der etwaige Nutzen.

Aus diesem Umstande erklärt es sich auch, dass die von mir bei Phthisikern erzielten Erfolge im ganzen befriedigend sind, wenn auch nicht so bedeutend, dass sie zu einem Enthusiasmus aufmuntern könnten. Ich kann sagen: ich habe eine Anzahl von Fällen gebessert oder vorläufig geheilt. Diese Fälle bilden nicht die Mehrheit, aber sind doch relativ zahlreich genug, um das Verhältniss der sonst bei Phthisis gewohnten Erfolge weitaus zu übertreffen[1]). Andere Fälle wurden vorübergehend symptomatisch ge-

1) Dass die Phthisis überhaupt heilbar, ist zum Glück keine streitige Frage mehr, und es gereicht mir zur Befriedigung, selbst nicht am wenigsten mit dazu beigetragen zu haben, dass das jede ärztliche Thatkraft lähmende Dogma von der Unheilbarkeit der Phthisis endlich beseitigt ist. Vergl. Waldenburg: Die Tuberculose, die Lungenschwindsucht und Scrofulose etc. S. 533; ferner Waldenburg: Die locale Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane etc. S. 511.

bessert, ohne dass ein längerer Stillstand des Krankheitsprocesses sich bemerklich machte. In anderen Fällen endlich konnte ich überhaupt keinen irgend wie nennenswerthen Nutzen erzielen. Ich bin ausser Stande, irgend ein Zahlenverhältniss anzugeben [1]), und kann mich nur ganz allgemein ausdrücken. Nur das muss ich hervorheben, dass die gänzlichen Misserfolge gegen die günstigen sei es nachhaltigen, sei es vorübergehenden Wirkungen zurücktreten, wenigstens nicht so sehr überwiegen, dass sie nicht das Gesammtergebniss der pneumatischen Therapie bei Phthisis doch noch als ein sehr befriedigendes erscheinen lassen.

Bei der Lungenschwindsucht mehr noch als bei den anderen Krankheiten verlasse man sich aber durchaus nicht auf die pneumatische Behandlungsmethode für sich allein. Da diese hier nur vorwiegend symptomatisch wirkt, so vernachlässige man ja nicht den übrigen uns zu Gebote stehenden Heilschatz, ganz besonders die locale Therapie, und die diätetischen Vorschriften. In den von mir beobachteten Fällen bin ich auch weit entfernt, die erzielten Erfolge allein auf Rechnung der pneumatischen Therapie zu setzen, sondern bringe sehr wesentlich auch die übrige Behandlung in Anschlag. Auf erstere beziehe ich mit Sicherheit nur diejenigen Erfolge, welche sich direct aus den mechanischen Wirkungen des pneumatischen Apparats, die er mit keinem anderen Heilmittel theilt, ergeben.

In betreff der Haemoptysis verweise ich auf das schon früher (p. 392) gesagte. Einige hierhergehörige Fälle werden in der Casuistik mitgetheilt werden.

Auch was den phthisischen Habitus betrifft, bei welchem ich die pneumatische Therapie — comprimirte sowohl wie verdünnte Luft zur Inspiration — ganz besonders indicirt halte, verweise ich auf das früher dargelegte (p. 371, 391, 401). Dass ich hier keine Beweise für die Nützlichkeit der pneumatischen Behandlung beizubringen vermag, in der Weise, dass durch sie Phthisis wirklich verhütet wurde, ist selbstverständlich; denn wenn bisher auch noch keine Phthisis auftrat, so ist keine Garantie vorhanden, einerseits dass sie nicht dennoch später sich einstellt, andererseits dass sie ohne jene Therapie in Wirklichkeit gekommen wäre. Ich kann hier also nur das hervorheben, dass ich mehrere jugendliche Individuen

1) Vergl. oben S. 424.

mit hereditärer Anlage zur Phthisis und mit phthisischem Habitus pneumatisch behandelt und ihre Constitution wesentlich verbessert habe: ihr Thorax wurde gewölbter, ihre Muskelkraft nahm zu, vitale Lungencapacität und pneumatometrische Werthe wuchsen zur Norm, ja oft selbst zu den höchsten Graden der Norm an (vergl. Fall 61). Uebrigens theile ich unten auch einen Fall (No. 59) mit, bei welchem die Erscheinungen des sogenannten Spitzencatarrhs, ohne percussorisch nachweisbare Dämpfung, vorhanden waren, und wo ein sehr günstiger Erfolg durch die Behandlung erzielt wurde.

Was die Art der Behandlung bei Phthisis betrifft, so habe ich dieselbe bereits (p. 371, 390, 401) ausführlich dargelegt. Sie besteht grösstentheils in Inspirationen comprimirter Luft. Wo der Kräftezustand des Patienten es erlaubt, und namentlich wo Haemoptoë nicht zu fürchten ist, ferner regelmässig bei phthisischem Habitus und noch nicht manifester Phthisis combinire ich regelmässig damit Inspirationen verdünnter Luft.

Casuistik.

34. Phthisis pulmon. 14. Oct. 1873. Frau Kn., 21 Jahre alt, seit $2^1/_2$ Jahren verheirathet. Mutter und Bruder starben an Phthisis. Seit dem April 1873 trockener Husten, Stechen im Halse, oft belegte Stimme, merkliche Abmagerung. Appetit, Stuhlgang, auch Menstruation bisher regelmässig.

Pat. stellt sich mir zuerst am 22. August 1873 vor. Sehr blasse Gesichtsfarbe. Ziemlich abgemagert. Brust sehr schmal und flach. In der Fossa supra- und infraclavicularis sinistra, sowie auch an den oberen Partien des Rückens linkerseits Dämpfung des Percussionsschalls; ebendaselbst ziemlich reichliche Rasselgeräusche bei vesiculärem Athmen. Die laryngoscopische Untersuchung ergiebt: intensive Röthung an der hinteren Larynxwand, zumal über den Aryknorpeln, Erosion an der ersteren linkerseits.

Ich verordnete zunächst: Milchkur, trockene Schröpfköpfe auf den oberen Theil der linken Brustseite, Speckeinreibungen, Inhalationen von Kochsalz mit Glycerin (2,5 Kochsalz; 500,0 Aqua; 25,0 Glycerin). Ferner touchirte ich den Larynx mit einer wässerigen Tanninlösung.

14. Oct. 1873. Unter dieser Behandlung war der Husten milder geworden und das Larynxleiden fast vollständig geschwunden, indem die Stimme sich nur noch selten belegte, der Schmerz ganz aufhörte, und der Kehlkopfspiegel eine vollkommene Heilung der Erosion und Verminderung der Röthung nachwies. Indess war weder der Husten noch die Abmagerung gewichen, und die Untersuchung der Brust ergab Status idem. Vitale Lungencapacität und namentlich die pneumatometrischen Werthe waren noch sehr niedrig. Erstere betrug 1650 Ccm. Inspirationskraft 26 Mm. Exspirationsdruck 30 Mm.

Von nun an fügte ich zu der bisherigen localen Behandlung Inspirationen comprimirter Luft hinzu, die anfangs fast täglich, später seltener aus-

geführt wurden (zuerst $^1/_{80}$ Atmosphärendruck, dann sehr bald auf $^1/_{60}$ Atmosphärendruck steigend und dabei bleibend), im ganzen 47 Sitzungen bis zum 30. December, wo die Kur beendet wurde.

Schon am 1. November war die vitale Capacität auf 2200 Ccm., der Inspirationszug auf 56 Mm., der Exspirationsdruck auf 60 Mm. gestiegen. Der Husten war bereits auf einen sehr geringen Grad reducirt, und die Kranke gab an, sich vollkommen wohl zu befinden.

Am 15. November. Vollkommenstes subjectives Wohlbefinden. Das Aussehen hat sich wesentlich gebessert. Husten kaum mehr merklich. Im Larynx nur noch eine leichte Wulstung an der hinteren Larynxwand. Vitale Lungencapacität 2250 Ccm. Inspirationszug 60 Mm. Exspirationsdruck 65 Mm.

Am 30. December Beendigung der Kur. Die Kranke sieht blühend aus, ist am Körper wieder so voll wie in gesunden Zeiten und fühlt sich so kräftig wie nie zuvor. Keine Spur von Husten oder Halsschmerz. Nur noch zuweilen Stimme etwas belegt. Die Percussion vermag keine Dämpfung mehr zu entdecken; ebenso erscheint bei der Auscultation das Athmungsgeräusch überall rein vesiculär ohne irgend welche Rasselgeräusche. Die hintere Larynxwand ist noch etwas wulstig. Vitale Lungencapacität 2275 Ccm. Inspirationszug 70 Mm. Exspirationsdruck 85 Mm.

Dieser Fall war für mich selbst so überraschend, die Heilung, wenn auch nur vorläufig, eine so vollständige, dass ich fast an der Richtigkeit meiner ersten Diagnose gezweifelt hätte, lägen mir nicht meine Aufzeichnungen über den Befund während der verschiedenen Krankheitsstadien vor. Die Heilung war hier keine einseitige, sondern trat in sämmtlichen subjectiven und objectiven Symptomen auf's unzweideutigste hervor. Ausserdem ist bemerkenswerth, dass sie gerade zu einer Jahreszeit hervortrat, die der Phthisis nicht gerade günstig ist. Die Kranke war dabei regelmässig ausgegangen, indem sie die Kur in meiner Behausung brauchte.

Jeder etwa mögliche Zweifel an der Diagnose wurde übrigens später noch in trauriger Weise beseitigt.

Am 18. Mai 1874 suchte Pat. von neuem meine Hilfe auf. Sie war den Winter über vollkommen gesund und kräftig geblieben, fühlt sich auch jetzt nicht sonderlich angegriffen, ist aber wieder etwas abgemagert. Der Husten war bis vor vier Wochen vollständig geschwunden gewesen, ist auch jetzt nur gering, ohne Auswurf. Dagegen besteht seit zwei Monaten wieder Heiserkeit und zwar in stärkerem Grade als das Jahr zuvor. Das Laryngoscop zeigt starke Schwellung beider Stimm- und Taschenbänder, letztere ulcerirt; desgleichen Ulceration mit einer Umwallung von Excrescenzen an der hinteren Larynxwand.

Die Percussion ergiebt Dämpfung der rechten oberen Lungenpartien, die Auscultation hinten rechts oben bronchiales Athmen, vorn rechts oben vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. An der linken Seite, welche bei der ersten Behandlung die allein kranke war, zeigt weder Percussion noch Auscultation irgend eine Abnormität: der Percussionsschall ist sonor und tief, das Athmungsgeräusch rein vesiculär ohne Rasselgeräusche. Vitale Capacität 1800 Ccm. Inspirationszug 50 Mm. Exspirationsdruck 60 Mm.

Der Zustand war jetzt bei weitem bedenklicher als das Jahr zuvor, indem die Phthisis laryngis als eine sehr hochgradige Affection in den Vordergrund trat. Diese zur Heilung zu bringen, konnte kaum noch gehofft werden, und hiermit schwand die Aussicht, durch die comprimirte Luft, selbst wenn durch sie das Lungenleiden noch einmal gebessert werden könnte, etwas erkleckliches und nachhaltiges zu leisten.

Diese schlimme Prognose bestätigte sich denn auch. Trotz wieder aufgenommener localer Behandlung (Touchirung des Larynx mit Tannin, Inhalationen mit Alaun) und Gebrauch der comprimirten Luft wurde eine wesentliche Besserung nicht erzielt. Ich wandte das Verfahren jedoch nur sehr kurze Zeit — im ganzen nur 10mal — an, um der Pat. möglichst früh den Genuss der Landluft zugänglich zu machen. Ich schickte sie nach Charlottenbrunn, wo sie mehrere Wochen blieb. Ich sah sie nur noch einmal am 10. Juli nach ihrer Rückkehr. Der Zustand hatte sich wesentlich verschlimmert; namentlich hatte das Larynxleiden Fortschritte gemacht; daneben Abmagerung und grosse Mattigkeit. Weiteres habe ich nicht wieder von ihr gehört.

35. Phthisis pulm. Pleuritis sicca. 26. Sept. 1873. Rdv., Stud. med., 23 Jahre alt. Scheint hereditär zur Phthisis disponirt, da auch der Bruder an der gleichen Affection erkrankt ist. War im Seebade und hatte daselbst vor 3 Wochen Haemoptoë, die sich innerhalb 3 Tagen 5mal wiederholte. Seitdem leidet Pat. an Kurzathmigkeit, zudem seit einer Woche an Brustschmerzen in der rechten Seite und auch an Husten, der theils trocken ist, theils im Wasser untersinkende Sputa zu Tage fördern soll. Uebriges Befinden ziemlich gut.

Status praesens am 26. Sept. 1873. Mittlerer Wuchs. Mittelkräftige Constitution, Thorax mässig gewölbt. Die rechte Infraclaviculargrube hebt sich bei tiefer Inspiration weniger als die linke; Fremitus an der ersteren verstärkt. Sowohl vorn als hinten am rechten oberen Lungenlappen leichte Dämpfung des Percussionsschalls und unbestimmtes Athmungsgeräusch. An der hinteren rechten Thoraxwand unten Reibungsgeräusch, keine Dämpfung. Es besteht also neben der beginnenden Phthisis eine Pleuritis sicca.

Ich verordnete zunächst blutige und trockene Schröpfköpfe und begann erst am 29. Sept. die pneumatische Behandlung, bestehend in Einathmungen condensirter Luft (anfangs zwei Cylinder, allmälig auf 6 Cylinder gestiegen. Druck $^1/_{60}$ Atm. bis $^1/_{50}$ Atm.). Später liess ich auch einen Cylinder verdünnte Luft ($^1/_{240}$ Atmosphärendruck) inspiriren, vorausgegangen und gefolgt von comprimirter Luft.

	Vitale Capacität	Inspirationszug	Exspirationsdruck
Am 29. September	2600 Ccm.	40 Mm.	64 Mm.
8. October	3000 -	70 -	86 -
17. -	3000 -	110 -	118 -

Am 1. Tage bedurfte Pat. 18 Athemzüge für eine Cylinderfüllung, am 8. Oct. 14, und am 17. Oct. nur 11 Athemzüge.

Gleichzeitig mit der Steigerung der pneumatometrischen und spirometrischen Werthe bessert sich auch das subjective Befinden: Pat. fühlt sich

kräftiger. Dyspnoë und Brustschmerzen hören bald gänzlich auf, Husten wird immer geringer.

Am 18. October befindet sich Pat. vollkommen wohl und so kräftig wie je zuvor; er hustet nicht mehr, hat auch beim schnellsten Treppensteigen kaum Athemnoth oder Brustschmerzen. Nur des Morgens besteht noch etwas Räuspern. Die Untersuchung der Brust ergiebt eine fast gleichmässige Wölbung beider oberer Lungenpartien bei tiefer Inspiration, während in der Ruhe die rechte Seite etwas flacher erscheint. In der rechten Infraclaviculargrube ist noch geringfügige Dämpfung wahrnehmbar, hinten dagegen keine Differenz mehr zu entdecken. An die Stelle des früheren unbestimmten Athmens ist vesiculäres Athmen getreten, jedoch mit verlängertem Exspirationsgeräusch verbunden. Vom Reibungsgeräusch ist nur noch eine geringe Spur hörbar.

Am 19. Oct. wirft Pat. ein wenig Blut aus, befindet sich dabei aber vollkommen wohl. Kein Husten. Die Kur wird einige Tage unterbrochen, dann wieder aufgenommen, aber nur mit Einathmungen comprimirter Luft; das Einathmen der verdünnten Luft wird gänzlich untersagt.

Es tritt nun keine weitere Störung im Fortschreiten der Besserung ein. Am 26. November Beendigung der Kur. Vollkommenes Wohlbefinden. Die Brust ist sichtlich besser als zuvor gewölbt; die rechte Infraclaviculargrube ist zwar immer noch etwas flacher als die linke, hebt sich aber vollkommen symmetrisch bei tiefem Athmen. Eine Verstärkung des Fremitus rechts ist kaum mehr zu entdecken. Die Percussion vermag keine Dämpfung mehr nachzuweisen. Ueberall hört man reines vesiculäres Athmen, nur rechts unten noch etwas Reibungsgeräusch. Die vitale Lungencapacität ist auf 3200 Ccm. gestiegen, der Inspirationszug auf 120 Mm., der Exspirationsdruck auf 140 Mm. Pat. vermag in 8 Athemzügen eine Cylinderfüllung zu entleeren.

Er geht für den Winter mit seinem kranken Bruder nach Meran. Im Frühjahr 1874 kehrt er wieder zurück und stellt sich mir am 4. Juni vor. Er sieht blühend und kräftig aus und hat während seines Aufenthalts in Meran 10 Pfund an Gewicht zugenommen (von 124 auf 134 Pfund). Er hat sich während der ganzen Zeit bis auf eine Anfangs Januar recidivirende leichte Haemoptysis vollkommen wohl befunden. Nur Morgens leichter Husten mit Auswurf geballter Sputa. Die rechte Infraclaviculargrube ist gegen die linke abgeflacht und leicht gedämpft. Ueberall vesiculäres Athmen, hinten rechts oben mit verlängerter Exspiration. Vitale Lungencapacität 3000 Ccm. Inspirationszug 140 Mm. Exspirationsdruck 160 Mm. Pat. athmet noch zeitweise die comprimirte Luft ein. Er studirt während des ganzen Sommersemesters hier in Berlin ohne Unterbrechung und ist frei von allen Beschwerden. Nur des Morgens räuspert er noch geringe Sputa aus.

1. August 1874. An seinem Thorax erscheint zwar noch bei ruhiger Athmung die rechte Infraclaviculargrube etwas flacher als die linke; sie wölbt sich indess bei tiefer Inspiration gleich gut wie die linke Seite. Der Thorax ist im übrigen so vorzüglich gewölbt, wie nur beim kräftigsten Thorax zu beobachten. Oberer Brustumfang beträgt 91 Ctm., während er bei der ersten Untersuchung im vorigen Jahre — wo ich das Messen leider unterliess —

sicherlich nicht viel über das Minimum des militärischen Masses dem subjectiven Ermessen nach hinausging (etwa 86 bis 88 Ctm.). Die Brustbeweglichkeit beträgt 5,5 Ctm., also der Norm sich nähernd. Percussion ergiebt noch unter der rechten Clavicula eine geringfügige Dämpfung. Athmungsgeräusch überall rein vesiculär, nur in der Fossa supraspinata dextra mit verlängerter Exspiration. Vitale Lungencapacität 3300 Ctm. Inspirationszug 155 Mm. Exspirationsdruck 200 Mm.

36. Phthisis pulmonum. 7. November 1873. Schlb., Sattler aus Amerika, 28 Jahre alt. Hatte vor 2 Jahren einige Monate lang Husten. Derselbe ging vorüber, kehrte aber im September vorigen Jahres wieder und dauert seitdem permanent mit sich steigernder Heftigkeit an. Im November vorigen Jahres zum ersten Male Haemoptysis, welche sich seitdem häufig wiederholte, zuletzt vor 8 Tagen auf dem Dampfschiff während der Reise hierher. Auch heute etwas Blut im Auswurf. Pat. hat häufig Frösteln und Hitze gehabt. Er ist stark abgemagert, wird dyspnoëtisch beim Treppensteigen und schnellen Gehen. Appetit gut. Stuhlgang retardirt.

Status praesens: Thorax lang, wenig gewölbt. Linke Infraclaviculargrube eingesunken, sich weniger wölbend als rechts; auch rechte Fossa supra- und infraclavicularis vertieft. Beide obere Lungenpartien stark gedämpft, links in stärkerem Grade als rechts. Vorn oben rechts vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration, dagegen hinten oben rechts sowie überall links oben bronchiales Athmen. Vorn links oben etwas Crepitiren, sonst beiderseits oben mittelblasiges Rasseln. Vitale Lungencapacität 2250 Ccm. Inspirationszug 60 Mm. Exspirationsdruck 90 Mm.

Therapie: Inspirationen comprimirter Luft; Leberthran; Inhalation von Tannin ($^1/_2$ pCt.); Einreibung der Brust mit Stokes'schem Liniment.

Pat. gebraucht die Kur bis zum 5. Februar 1874.

	Vitale Capacität	Inspirationszug	Exspirationsdruck
15. November	2250 Ccm.	100 Mm.	120 Mm.
4. Januar	2500 -	120 -	130 -
5. Februar	2800 -	138 -	140 -

Der Zustand hat sich während der Kur, abgesehen von einzelnen intercurrenten leichten Exacerbationen, stetig nicht unwesentlich gebessert. Im December und Januar bestand zeitweise leichtes Fieber (37,8—38° C.) und vermehrter Auswurf geballter, zu Boden sinkender Sputa, auch zuweilen geringfügige Haemoptysis. Im ganzen hat der Husten und später auch der Auswurf sich schliesslich bedeutend vermindert. Dyspnoë nur noch unbedeutend beim Treppensteigen. Kein Fieber. Allgemeinbefinden gehoben. Linke Brustseite ist flacher als die rechte, wölbt sich sehr gut bei tiefer Inspiration, aber doch schwächer als die rechte. Die Percussion ergiebt beiderseits oben nur geringe Dämpfung, links in grösserer Intensität und Extensität als rechts. Ueberall vesiculäres Athmen, links oben mit verlängerter Exspiration, beiderseits oben mit mittelblasigem Rasseln.

Pat. geht auf meinen Rath nach Meran. Wie ich später von einem seiner Leidensgefährten hörte, ging es ihm daselbst sehr gut. Weiteres über den Verlauf seiner Krankheit habe ich nicht erfahren.

37. Phthisis pulmonum. 23. December 1873. v. U., Landrath, Eltern gesund, zwei Geschwister des Vaters starben an Phthisis. Im Jahre 1863 trat zuerst Haemoptysis auf. Habituelle Stuhlverstopfung, deretwegen zum öfteren in Kissingen gewesen. Im Jahre 1865 Haematurie, als Nierenblutung vom Arzt bezeichnet. Im Jahre 1867 und 1868 wiederholte sich die Haemoptysis. im Winter 1868/69 war fast alltäglich etwas Blut im Auswurf. Ging nach Soden und später nach Görbersdorf, wo er sich besonders wohl befand. Seit dem Januar 1871 leichte Heiserkeit. Im September 1871 von neuem Haemoptysis. Im Frühjahr 1872 Aufenthalt in Montreux, im Sommer 1872 drei Monate in Görbersdorf. Pat. hustet niemals stark, räuspert aber häufig, oder hüstelt.

Am 14. August 1872 consultirt mich Herr v. U. zum ersten Male. Derselbe ist von ziemlich grossem Wuchse, mässig kräftigem Knochenbau, nicht abgemagert. Der Thorax ist wenig gewölbt, die linke Seite unterhalb der Clavicula etwas abgeflacht. Links oben besteht sowohl vorn als hinten Dämpfung, in geringerem Grade auch rechts vorn oben. Beiderseits oben vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration und Pfeifen. Die hintere Larynxwand ist ulcerirt, die Ulceration erstreckt sich nach dem rechten Stimmbande hin, welches eben so wie das rechte Taschenband angeschwollen ist. Inspirationszug 30 Mm. Exspirationsdruck 45 Mm.

Am 28. October 1872 findet sich Pat. zur Behandlung bei mir ein. Er hatte vor 2—3 Wochen wieder etwas Haemoptysis. Seit mehreren Wochen Husten. Im übrigen Status idem. Die Behandlung besteht in Alaun-Inhalationen und Touchiren des Larynx mit Tannin.

Am 15. December 1872 Beendigung der Kur. Allgemeinbefinden gut. Nur noch geringfügiger Husten. Heiserkeit fast ganz geschwunden. Auf der rechten Seite nur noch sehr geringe Dämpfung, auch links Dämpfung vermindert. Verlängerte Exspiration und Pfeifen noch vorhanden. Larynxgeschwür ist geheilt. Hintere Larynxwand und rechtes Stimmband noch etwas wulstig und geröthet.

Am 20. November 1873 stellt sich mir Pat. von neuem vor. Er hat sich während des ganzen Jahres sehr wohl befunden und ist stärker geworden. Husten jedoch ist noch vorhanden und hat sich in letzter Zeit verschlimmert. Stimme ein wenig belegt. Leichte Dyspnoë beim Treppensteigen. Die Percussion ergiebt das gleiche Resultat wie im October vorigen Jahres, desgleichen die Auscultation, nur ist Pfeifen und Schnurren über den ganzen Thorax verbreitet. Hintere Larynxwand gewulstet und geröthet, narbig.

Am 23. December 1873 Status idem. Vitale Capacität 2150 Ccm. Inspirationszug 50 Mm. Exspirationsdruck 50 Mm. Beginn der Kur: Inspirationen comprimirter Luft, später mit vorsichtiger Steigerung auch Inspirationen verdünnter Luft. Ausserdem Inhalationen und Touchiren des Larynx mit Tannin.

Die Kur wird bis zum 25. Januar 1874 regelmässig fortgesetzt. Pat. befindet sich vollkommen wohl und kräftig. Nur zuweilen hatte er Schmerzen in den Brustmuskeln (wahrscheinlich durch die Gymnastik derselben bei der Inspiration verdünnter Luft bewirkt). Keine Spur von Dyspnoë. Kein Husten.

Stimme rein. Die Percussion ergiebt keine Spur von Dämpfung mehr. Dagegen sind noch pfeifende und schnurrende Geräusche hier und da am Thorax sowohl an den oberen als an den unteren Partien vernehmbar. Larynx nur noch wenig wulstig, nicht geröthet.

Vitale Capacität 3000 Ccm. Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 140 Mm.

Am 25. Februar 1875 stellt sich mir Herr v. U. wieder vor. Er sieht blühend und kräftig aus, hat auch an Gewicht zugenommen. Er befand sich während des ganzen Jahres vollkommen wohl, bis auf einige seit kurzem aufgetretene Verdauungsbeschwerden. Stimme normal. Husten nur noch zuweilen vorübergehend bei Erkältungen. Die Percussion ergiebt keine Abnormität. Bei der Auscultation noch beiderseits oben verlängerte Exspiration und hier und da Pfeifen.

Vitale Capacität 2550 Ccm. (Die Verminderung der Vitalcapacität ist vielleicht momentan durch die gerade bestehende Gasauftreibung des Abdomens bedingt.) Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 140 Mm.

Am 15. März 1877 besucht mich Herr von U. von neuem. Er hatte sich bis zum November 1876 sehr wohl befunden. Seitdem Heiserkeit, etwas Halsschmerz, Husten abwechselnd mehr oder weniger. Pat. fühlt sich etwas matt; sein Habitus macht indess noch den Eindruck eines ziemlich kräftigen Mannes mit gutem Fettpolster. Brust ziemlich gut gewölbt. Die Percussion ergiebt mässige Dämpfung in der linken Infraclaviculargrube und in der linken Fossa supraspinata, unbedeutende Dämpfung in der rechten Fossa infraclavicularis. Ueberall am Thorax vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration und Pfeifen; an den oberen Partien linkerseits ist das vesiculäre Athmungsgeräusch und die Exspiration besonders scharf und Rasseln damit verbunden. Hintere Larynxwand geschwollen, ulcerirt, mit einer Excrescenz am Rande der Ulceration.

Auf meinen Rath braucht Pat. vom 24. März bis zum 25. Mai 1877 von neuem eine Kur, bestehend in Einathmungen comprimirter Luft, Inhalationen von Tannin (1 pCt.) mit Carbolsäure (0,2 pCt.), Touchiren des Larynx mit Tannin (20 pCt). Beim Beginn der Kur: Vitalcapacität 2000 Ccm., Inspirationskraft 100 Mm., Exspirationskraft 120 Mm.

25. Mai 1877. R. O. Dämpfung sehr unbedeutend, L. O. noch merklich, aber weit weniger intensiv als im März. Ueberall am Thorax vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration und Pfeifen. Ulceration im Kehlkopf geheilt, Excrescenz verkleinert, Stimme ganz rein und laut. Husten vermindert. Allgemeinbefinden wesentlich besser. Inspirationskraft 120 Mm., Exspirationskraft 120 Mm. (Vitalcapacität ist leider zu notiren vergessen worden.)

21. Sept. 1877. Pat. theilt mir mit, dass er sich die ganze Zeit vollkommen wohl befunden, nur ab und zu etwas gehüstet habe und nur selten ein wenig heiser gewesen sei. Er ist stärker geworden und hat namentlich viel Fett angesetzt. Geringe Dämpfung an den früheren genannten Partien L. O., nur Spur von Dämpfung R. O. Ueberall vesiculäres Athmen mit etwas Pfeifen, L. O. besonders starkes Pfeifen. Larynx ziemlich blass, an der hinteren Wand und am linken Stimmband etwas wulstig; Excrescenz unverändert.

18. Octbr. 1878. Befand sich bis zum Sommer ganz wohl. Seitdem wieder Heiserkeit, mässiger Husten; seit 8 Tagen beides verstärkt. Ziemlich kräftig. Brust gut gewölbt. Links oben bis zur 3. Rippe und hinten oben bis zum Angulus Scapulae leichte Dämpfung. V. R. O. eine Spur von Dämpfung. Ueberall am Thorax vesiculäres Athmen mit pfeifender Exspiration. Linkes Stimmband geröthet, an der hinteren Partie geschwollen und ulcerirt, auch wieder Ulcerationen an der hinteren Larynxwand, Excrescenz daselbst. — Pat. geht nach Mentone.

Am 25. Mai 1879 sehe ich Pat. zum letzten Male. Er war den Winter über in Mentone und wurde dort auch local behandelt, namentlich auch der Larynx touchirt. Die Ulceration im Larynx ist geheilt, hintere Wand sehr wulstig, narbig, Excrescenz. Percussion und Auscultation: Status idem. Befriedigendes Allgemeinbefinden. Geringer Husten.

38. Phthisis pulm. et laryng. 24. Januar 1874. Dnt., Ingenieur, 25 Jahre alt. Seit 2 Jahren Husten, anfangs trocken, später mit reichlichem Auswurf; im vorigen Frühjahr angeblich „Lungenentzündung“ und dabei Blutspeien gehabt. War im Sommer in Lippspringe, ohne Nutzen. Seit drei Monaten Heiserkeit und Halsschmerzen. Zunehmende Abmagerung. Appetit schlecht. Stuhlgang regelmässig. Fossae supra- und infraclaviculares eingesunken. Starke Dämpfung beider oberen Lungenlappen, beiderseits oben vorn und hinten bronchiales Athmen. Mässige Abmagerung. Dyspnoë beim Steigen. Puls 108, ziemlich klein und weich. Hintere Larynxwand stark geschwollen, ulcerirt, auch rechter Aryknorpel angeschwollen. Vitale Lungencapacität 1400 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 92 Mm.

Behandlung: Inspiration comprimirter Luft; Inhalation von Tannin mit Carbolsäure; Touchiren des Larynx mit Tannin.

Am 27. Februar: Gesundes Aussehen. Subjectives Befinden bedeutend gebessert. Hat sichtlich an Kraft und Fleisch zugenommen. Husten sehr vermindert, desgleichen der Auswurf. Keine Dyspnoë. Stimme weniger heiser, kein Schmerz im Halse. Brust erscheint in ihren oberen Partien besser gewölbt. Dhmpfung noch beiderseits oben vorhanden, aber entschieden in geringerer Ausdehnnng und in geringerer Intensität als zuvor; übrigens rechts stärkere Dämpfung als links. Bronchiales Athmen ist nur noch vorn rechts oben hörbar; dagegen vorn links oben, sowie beiderseits hinten oben vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Rasselgeräusche überall an den oberen Lungenpartien. Die Ulceration an der hinteren Larynxwand ist geheilt, Schwellung der Schleimhaut so wie des rechten Aryknorpels besteht fort. Vitale Capacität 1675 Ccm. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 130 Mm.

Ueber den weiteren Verlauf der Krankheit habe ich nichts erfahren.

39. Phthisis pulmonum. 20. November 1874. Wlm., 26 Jahre alt, Buchdrucker. Angeblich aus gesunder Familie. Seit 3 Monaten Husten, sich allmälig verstärkend, mit mässigem Auswurf. Athem knapp beim Husten, schnellen Gehen und Treppensteigen. Seit ca. 6 Wochen Heiserkeit. Auffallende Abmagerung. Grosse Mattigkeit. Appetit und Stuhlgang regelmässig.

Klein gewachsen. Sehr blasses, elendes Aussehen, grosse Abmagerung.

Brust ziemlich schmal und flach, Umfang derselben 76 Ctm., Excursion 3 Ctm. Rechte Seite oben beim tiefen Athmen zurückbleibend. Die rechte Fossa supraclavicularis und infraclavicularis bis zur dritten Rippe, so wie die gesammte hintere obere Lungenpartie rechts ist ziemlich stark gedämpft; an den meisten Stellen daselbst hört man bronchiales Athmen, an anderen unbestimmtes Athmen mit verlängerter Exspiration, überall sparsames Rasseln. Links oben gleichfalls geringe Dämpfung, Rasseln, vesiculäres Athmen. Hintere Larynxwand stark wulstig und geröthet. Vitale Lungencapacität 2300 Ccm. Inspirationszug 70 Mm. Exspirationsdruck 85 Mm.

Behandlung: Inspiration comprimirter Luft; Inhalation von Tannin mit Carbolsäure; Touchiren des Larynx mit Tannin.

Ich muss gestehen, dass ich es anfangs für kaum möglich hielt, dass Pat. mit einiger Regelmässigkeit zu mir würde kommen können, um die vorgeschriebene Kur zu gebrauchen, und ich schärfte ihm auch ein, bei schlechtem Wetter und wenn er sich zu matt fühle, lieber zu Hause zu bleiben und die Kur zu unterbrechen. Dennoch kam er, da er sich sofort in den ersten Tagen wesentlich gebessert fühlte, mit grosser Regelmässigkeit und blieb nur während ganz schlechten Wetters zu Hause. Die ersten 6 Wochen kam er fast täglich, später meist 3mal wöchentlich.

Trotz des selten strengen Winters und obwohl Pat. nicht im Zimmer blieb, besserte sich doch der Zustand stetig, ohne dass auch nur an einem einzigen Tage über eine Exacerbation des Leidens geklagt wurde. Der Husten wurde immer seltener und milder, Expectoration mühelos, Auswurf unbedeutend. Die Dyspnoë verlor sich ganz, so dass Pat. ohne Beklemmung die Treppen hinaufgeht. Heiserkeit ist gewichen; kaum noch zuweilen Stimme etwas belegt. Pat. sieht besser aus, bei weitem nicht mehr so bleich wie früher. Auch scheint er weniger mager als im Herbst zu sein.

Die Untersuchung am 25. Februar 1875 ergiebt: Brustumfang nicht geändert, 76 Ctm. Excursion 3,5 Ctm. Keinerlei Asymmetrie an der Brust mehr wahrnehmbar, auch nicht bei tiefer Inspiration. In der Fossa infraclavicularis sinistra neben dem Sternum ist nur noch eine sehr geringfügige Dämpfung wahrnehmbar, sonst auf der linken Seite nirgends. Dagegen ist noch merkliche Dämpfung vorhanden im ersten Intercostalraum und in der Fossa supraspinata rechterseits. Im rechten ersten Intercostalraum hört man bronchiales Athmen, im zweiten Intercostalraum, so wie rechts hinten oben und links oben vorn sowohl wie hinten vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration und sehr sparsamem Rasseln. Die Röthung und Schwellung an der hinteren Larynxwand ist gewichen, nur erscheint dieselbe noch ein wenig wulstig. Vitale Lungencapacität 3000 Ccm. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 100 Mm.

40. Phthisis pulmonum. 3. December 1874. Wlk., Eisenbahnbeamter, 34 Jahre alt, wird mir von Herrn Collegen Dr. Baer zur Behandlung überwiesen. Vor $2^1/_2$ Jahren Blutsturz, ca. $^1/_4$ Liter Blut entleert. Seitdem Husten mit Auswurf, zum öfteren mit etwas Blut gemischt; zuletzt starke Haemoptysis im August. Seit dem Sommer knappe Luft selbst beim langsamen Gehen und bei leichten Arbeiten. Häufig Brustschmerzen. Geringe

Abmagerung. Appetit schlecht. Oft Erbrechen beim Husten. Stuhlgang regelmässig.

Mittelgrosser Wuchs. Thorax mässig gewölbt. Beide Supra- und Infraclaviculargruben, zumal nahe dem Sternum, eingesunken und bei tiefer Inspiration wenig sich wölbend. Dämpfung an beiden oberen Lungenpartien; bronchiales Athmen und Rasseln. Vitale Capacität 2100 Ccm. Inspirationszug 78 Mm. Exspirationsdruck 100 Mm.

Behandlung: Inspirationen comprimirter Luft, anfangs 3 Cylinder, auf 5 steigend, $^1/_{60}$ Atmosphärendrnck. Pat. hatte seit dem September ein Infusum Flor. Chamomillae inhalirt, damit fährt er fort.

22. Februar 1875: Die Besserung war allmälig und stetig ohne jede Unterbrerhung fortgeschritten. Husten allmälig gelindert, seit 4 Wochen gar kein Husten mehr. Auch die Dyspnoë ist ganz verschwunden, Pat. kann die Treppen schnell hinauflaufen ohne jede Beschwerden. Keine Brustschmerzen. Fühlt sich kräftig und so gesund wie vor der Krankheit. Appetit sehr gut. Sieht vortrefflich aus. Ist voller geworden und hat an Gewicht zugenommen. Die Supra- und Infraclaviculargruben sind nicht mehr eingesunken und wölben sich gut bei tiefer Inspiration, nur die Sternalpartie der Infraclaviculargrube bleibt noch, zumal links, etwas zurück. Links oben noch Dämpfung, aber weniger in- und extensiv als zuvor. Rechts oben ist Dämpfung kaum mehr mit Sicherheit wahrnehmbar. Beiderseits oben reines vesiculäres Athmen mlt verlängerter Exspiration. Vitale Capacität 2850 Ccm. Inspirationszug 90 Mm. Exspirationsdruck 130 Mm.

13. März: Der beschriebene vortreffliche Gesundheitszustand hat sich — trotz des herben Winters und obgleich Pat. anfangs fast täglich, später alle 2 Tage zu mir kam — erhalten. Keine Spur von Husten oder Dyspnoë. Vitale Capacität 2950 Ccm. Inspirationszug 100 Mm. Exspirationsdruck 140 Mm.

6. April. Status idem. Hat in den letzten vier Wochen 3 Pfund an Gewicht zugenommen.

7. April 1876. Pat. besucht mich nnr zu dem Zwecke, um mir Mittheilung über die Fortdauer seines guten Gesundheitszustandes zu machen. Er befand sich das ganze Jahr hindurch vollkommen kräftig und arbeitsfähig. Hat nur im November und März vorübergehend gehustet, im März auch einige Male Blut gespien. Jetzt nur noch etwas Husten Morgens. Sieht vortrefflich aus. Hat an Gewicht zugenommen. Die Brust erscheint nur noch unter linker Clavicula neben dem Sternum etwas abgeflacht, daselbst geringe Dämpfung. Sonst überall normaler Percussionsschall. Ueberall reines vesiculäres Athmen. Inspirationskraft 100 Mm. Exspirationskraft 166 Mm. Vitalcapacität 2900 Ccm.

Vor dem Druck dieser Krankengeschichte zog ich bei dem Herrn Collegen San.-R. Dr. Baer Erkundigung nach dem Befinden des Pat. ein und erhielt von demselben d. d. 4. April 1880 folgende Mittheilung:

„Der p. Wlk. hat sich bis zum Sommer 1877 in relativ vortrefflicher Weise befunden. Im Juni ej. hat er nach einer starken Aufregung und nach einer körperlichen Anstrengung bei sehr grosser Hitze einen sehr copiösen Blutsturz erlitten, der ihn sehr heruntergebracht. Seit dieser Zeit hat er intercurrent und zeitweise auch andauernd mehr an allgemeiner Schwäche,

Kurzathmigkeit, Husten gelitten. Bei sehr sorgsamer Lebensweise hat er viel inhalirt und auch hin und wieder comprimirte Luft inspirirt. Er besucht alljährlich in der Sommerzeit auf einige Wochen Charlottenbrunn und ist im ganzen gesundheitlich doch so beschaffen, dass er, mit sehr geringen Unterbrechungen vornehmlich in rauhen Wintersmonaten, seinen Dienst als Eisenbahn-Sehretair versehen kann. Bei der Untersuchung zeigt sich heute der Thorax vorn oben in der Sternalpartie besonders eingesunken; bei tiefer Inspiration rechts stärkere Wölbung als links. H. L. O. ist der Percussionsschall mehr gedämpft als rechts. In den infraclavic. Regionen vorn fast überall reines vesiculäres Athmen, nur links spärliches Rasseln, kleinblasig. H. L. O. bronchiales In- und Exspirium, und auch rechts deutlich bronchiales Inspirium. Der p. Wlk. hat sich wundervoll gehalten in Anbetracht der Ausdehnung des Processes."

41. Phthisis pulmonum. 21. April 1876. Graf Brd., Lieutenant, 23 Jahre alt. Aus gesunder Familie. Vor 5 Jahren während des Feldzuges Typhus. Vor 1 Jahre Husten, Bruststiche, die sich seitdem häufig wiederholten. Seit dem September Husten andauernd, meistens nicht heftig. Zur Zeit viel Brustschmerzen. Appetit und Stuhl gut. Pat. ist 6 Fuss gross, ziemlich mager. Brust mässig gewölbt; vorn rechts oben etwas abgeflacht, rechts oben vorn und hinten geringe Dämpfung; daselbst vesiculäres Athmen mit scharfer verlängerter Exspiration. Es wird zunächst die Application trockner Schröpfköpfe empfohlen und die pneumatische Behandlung in Aussicht genommen.

Am 23. Mai 1876 Beginn der Kur, bestehend allein in Inspirationen comprimirter Luft. Subjective Klagen und objectiver Befund gegen den 21. April nicht geändert. Viel Husten und Brustschmerzen. Inspirationskraft 80 Mm.; Exspirationskraft 100 Mm. Vitalcapacität 3500 Ccm.

Pat. gebraucht die comprimirte Luft bis Ende Juni 1876. Husten lässt von dem ersten Tage an nach und verschwindet bald ganz. Keine Brustschmerzen. Pat. fühlt sich vollkommen kräftig und so frei von allen Beschwerden, dass er die Kur plötzlich beendet — ohne mir Gelegenheit zu geben, am Schluss noch den objectiven Status aufzunehmen.

Wie ich später erfuhr, befand sich Pat. seit dieser Kur mehr als 3 Jahre lang vollkommen gesund, frei von Husten und Brustschmerzen, nahm bedeutend an Fleisch und Fett zu und verrichtete ohne Störung seinen Dienst. Noch im Herbst 1879 befand er sich in diesem höchst befriedigenden Zustand, der ihn und die seinigen die schwere Krankheit, an deren Beginn er ein Jahr lang gelitten, vollständig vergessen machte. Er beachtete es deshalb auch nicht, als im October 1879 wieder trockner Husten auftrat. Zu diesem kam später Fieber hinzu, und nun fing er an rapide abzumagern.

Am 2. März 1880 stellte sich mir Pat. wieder vor — leider in einem höchst bejammernswerthen Zustand. Er ist stark abgemagert, hectisch fiebernd, dyspnoisch. Thorax beiderseits oben eingesunken, rechts mehr als links. An beiden oberen Lungenlappen starke Dämpfung, rechts intensiver und extensiver als links; bronchiales, stellenweise amphorisches Athmen.

An eine heilbringende pneumatische Kur war unter diesen Umständen nicht mehr zu denken. Ich rieth dem Pat., in seine Heimath abzureisen. Er

that es, liess sich aber nicht zurückhalten, am 30. März wieder hierher zurückzukehren, von der Hoffnung getragen, von der pneumatischen Behandlung wiederum die frühere günstige Wirkung zu erlangen. Das Fieber hatte unterdess angedauert, die Abmagerung hatte noch beträchtlich zugenommen, und ausserdem waren Halsschmerzen und Heiserkeit hinzugetreten. Beiderseits in den oberen Lungenlappen ausgeprägte Zeichen grosser Cavernen. Perichondritis der Epiglottis und der Aryknorpel. Vitalcapacität 1700 Ccm. Unter diesen Umständen war der letale Ausgang bald zu erwarten. Trotzdem liess sich Pat. nur schwer und zwar nur unter dem Vorwand eines kurzen Aufschubes vom Gebrauch des pneumatischen Apparates zurückhalten. Am 18. April Exitus.

42. Phthisis pulmonum et laryngis. 7. Juli 1877. Crd., 18 Jahre alt. Vor 7 Jahren Masern. Seitdem Husten, meist mit Exacerbation im Winter, Besserung im Sommer. Seit $2^1/_2$ Jahren Husten auffallend heftig. Seit 4 Jahren häufig Haemoptysis, zuletzt um Weihnacht 1876; seitdem auch Abmagerung. Pat. war vom März 1876 bis jetzt (7. Juli 1877) in Görbersdorf. (Daselbst kalte Abreibungen, reichlicher Genuss von Wein und Cognak, viel Bewegung auf den Bergen.) Anfangs besserte sich daselbst der Husten, Pat. fühlte sich kräftiger und nahm an Gewicht zu. Haemoptysis kehrte dort noch zum öfteren wieder. Seit dem Februar stellte sich Trockenheit, zuweilen auch Druck und Schmerz im Halse ein, die Stimme wurde etwas belegt; viel Räuspern. Auch das Lungenleiden, welches sich anfangs gebessert, hat sich, einem Briefe des Herrn Dr. v. Sokolowski zufolge, in letzter Zeit wieder verschlimmert. Appetit und Stuhlgang sind normal.

Die Untersuchung der Brust ergiebt: Paralytischer Thorax; die linke Brusthälfte ist vorn oben mehr eingesunken als die rechte und bleibt bei tiefer Inspiration gegen diese zurück; starke Herzpulsationen bis in die Infraclaviculargrube hinauf sichtbar. Percussion: Schall an der ganzen oberen Thoraxpartie linkerseits ist vorn wie hinten intensiv gedämpft und hoch, vorn zugleich tympanitisch klingend. Geringe Dämpfung besteht auch vorn rechts oben, besonders im ersten Intercostalraum neben dem Sternum. Auscultation: Linkerseits an den gedämpften Stellen vorn wie hinten überall bronchiales Athmen mit reichlichem Rasseln; rechts oben vesiculäres Athmen mit scharfer, verlängerter Exspiration und Rasseln. Laryngoskopischer Befund: Das linke Stimmband ist in seiner hinteren Hälfte stark verdickt, geröthet und ulcerirt; in geringerem Grade besteht die gleiche Affection auch am rechten Stimmband, wo die Ulceration nur noch eine ganz oberflächliche ist. Inspirationskraft 80 Mm.; Exspirationskraft 100 Mm. Vitalcapacität 2200 Ccm.

Behandlung: Einathmung comprimirter Luft, 3 Cylinder, später 4 Cylinder täglich zu $^1/_{60}$ Atm.-Druck; Inhalationen von Tannin (1 pCt.) und Carbolsäure (0,2 pCt.); Touchiren des Larnnx mit Tannin (20 pCt.).

31. Juli 1877. Larynxgeschwür in der Heilung begriffen. Dämpfung linkerseits entschieden geringer. Schall nicht mehr tympanitisch klingend. Beiderseits oben bronchiales Athmen mit Rasseln. Besseres Allgemeinbefinden. Husten und Halsbeschwerden gebessert. Inspirationskraft 150 Mm.; Exspirationskraft 150 Mm. Vitalcapacität 2700 Ccm.

18. August 1877. Pat. fühlt sich vollkommen wohl und kräftig, hat an Fleisch zugenommen, kann die Treppen ohne Mühe hinauflaufen. Husten gering. Keine Heiserkeit, keine Halsschmerzen. Geschwür im Larynx geheilt; rechtes Stimmband kaum mehr angeschwollen, linkes an der hinteren Partie noch verdickt und geröthet. Beiderseits oben nur geringe Dämpfung, nirgends tympanitischer Schall; an den gedämpften Stellen vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration und Rasseln. Inspirationskraft 160 Mm.; Exspirationskraft 150 Mm. Vitalcapacität 2800 Ccm.

Pat. geht in seine Heimath auf's Land und gebraucht dort die Milchkur.

Am 24. September 1877 kehrt er in meine Behandlung zurück. Sowohl in seinem subjectiven Befinden wie in den Ergebnissen der Untersuchung ist gegen den letzten Befund nichts geändert. Nur die Messung am Pneumatometer und Spirometer giebt etwas veränderte Werthe: Inspirationskraft 140 Mm. Exspirationskraft 150 Mm.; Vitalcapacität 2500 Ccm. Fortsetzung der früheren Kur.

20. December 1877. Bis auf eine leichte und ohne Folgen gebliebene Haemoptysis um Mitte November befand sich Pat. während der ganzen Zeit vollkommen wohl. Sehr wenig Husten. Nur geringe Dämpfung beiderseits oben; vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Vitalcapacität 2600 Ccm.; Inspirationskraft 160 Mm., Exspirationskraft 180 Mm.

26. März 1878. Pat. war bis jetzt zu Hause auf dem Lande gewesen, ging viel, auch bei rauhstem Wetter, aus und befand sich dabei vollkommen wohl und kräftig. Husten war meist geringfügig, oft Tage lang nur spurweise vorhanden. Stimme war immer gut; bis zur vorigen Woche keinerlei Halsbeschwerden. Da sich vor acht Tagen wieder etwas Halsschmerz eingestellt, kommt Pat. von neuem in meine Behandlung. Die laryngoskopische Untersuchung zeigt in der noch verdickten, blassroth gefärbten hinteren Partie des linken Stimmbands neben Narben ein stecknadelknopfgrosses Geschwürchen. Pat. ist ziemlich gut genährt, Thorax mässig gewölbt, links an den oberen Partien etwas eingesunken und bei tiefer Inspiration sich weniger wölbend als rechts. Nur im ersten Intercostalraum linkerseits besteht merkliche, aber keineswegs erhebliche Dämpfung, rechts im ersten Intercostalraum neben dem Sternum nur Spur von Dämpfung. Beiderseits oben vesiculäres Athmen mit verlängerter scharfer Exspiration, linkerseits mit Rasseln. Appetit hat sich in letzter Zeit verschlechtert. Stuhl ist retardirt. Vitalcapacität 2500 Ccm. Inspirationskraft 160 Mm.; Exspirationskraft 170 Mm.

Die Behandlung wird in früherer Weise eingeleitet: also neben der comprimirten Luft noch täglich Touchiren des Kehlkopfs mit Tannin und Inhalationen von Tannin mit Carbolsäure.

20. April 1878. Das Geschwür im Kehlkopf ist geheilt. Narbe an dessen Stelle. Linkes Stimmband an der hinteren Partie noch verdickt. In den Lungen Status idem. Subjectiv vollkommenes Wohlbefinden. Vitalcapacität 2750 Ccm.; Inspiratiouskraft 160 Mm.; Exspirationskraft 180 Mm. Pat. reist in seine Heimath ab.

Im Sommer 1878 besuchte mich Pat. in Harzburg, wo ich damals verweilte. Der günstige Zustand hat sich erhalten. Nur hat der Appetit noch mehr abgenommen, oft Magendrücken und Gefühl der Völle nach dem Essen.

In Rücksicht hierauf geht er auf meinem Rath nach Soden, später in's Gebirge.

Erst am 20. März 1879 sehe ich Pat. wieder. Nach seiner Mittheilung war er bis zum Februar vollkommen gesund gewesen. Auch sein Appetit hat sich in Soden gebessert. Er war als Landwirth thätig, setzte sich Wind und Wetter aus, ja wagte selbst, an Jagden theil zu nehmen. Im Februar stellte sich einige Male geringe Haemoptysis ein, und es trat Husten, der fast verschwunden war, wieder auf. Trotzdem befand sich Pat. dabei wohl. Der Husten hat auch wieder abgenommen. Pat. wiegt 128 Pfund, 3 Pfund mehr als Ende des Sommers. Sein Hals blieb gesund.

Die Untersuchung des Larynx ergab ausser der alten Verdickung des linken Stimmbandes und der Narbe nichts abnormes. Befund an den Lungen wie bei der letzten Untersuchung. Pat. braucht bis zum 1. April von neuem Einathmungen comprimirter Luft und Inhalationen von Tannin mit Carbolsäure und reist dann ab.

Am 5. Mai 1879 kehrt er wieder zurück. Vom 17. — 19. April, so wie vom 20. — 25. April, endlich vom 29. April bis heute täglich hatte er etwas Blutspeien, besonders Morgens. Der Husten ist gering. Stimme Abends belegt. Fühlt sich sonst wohl. Appetit ziemlich gut. Die Dämpfung linkerseits ist etwas ausgedehnter, daselbst vorne und hinten an den oberen Partien Crepitiren bei vesiculärem Athmen. Die Schwellung und Röthung des linken Stimmbands hat wieder etwas zugenommen. Vitalcapacität 2500 Ccm.; Inspirationskraft 150 Mm.; Exspirationskraft 160 Mm. Ordination: Einathmung comprimirter Luft, Inhalationen mit Liquor Ferri sesquichlorati (1 pCt.), Touchiren des Larynx mit Tannin.

3. Juni 1879. Das Blutspeien hat schon nach wenigen Tagen aufgehört, ohne wiederzukehren. Nur geringfügiger Husten. Keine Heiserkeit. Vollkommenes Wohlbefinden. Die Untersuchung ergiebt: Schwellung des Stimmbands hat wieder nachgelassen; Dämpfung am Thorax unverändert; kein Crepitiren auf der Brust mehr hörbar; beiderseits vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Vitalcapacität 2500 Ccm. Inspirationskraft bei forcirter Athmung 150 Mm., Exspirationskraft 160 Mm ; bei Einschaltung eines Hahns oder bei langsamer Athmung 100. resp. 110 Mm.

Pat. geht zur Sommerfrische nach dem Achensee und sodann in's Pusterthal und kehrt im August nach Hause zurück.

Am 18. Oct. 1879 kommt er wieder in meine Behandlung. Dieses Mal war der Zustand gegen früher wesentlich verschlimmert. Seit 4 Wochen besteht Heiserkeit. Appetit ist schlecht; wieder Fülle im Magen nach wenigem Essen. Mattigkeit. Husten gering. Die Untersuchung der Brust ergiebt: Dämpfung beiderseits oben an In- und Extensität zugenommen, bronchiales Athmen mit Rasseln. Wiederum Geschwür am geschwollenen linken Stimmband mit kleiner Excrescenz in dessen Umrandung. Vitalcapacit 2500 Ccm., Inspirationskraft bei forcirter Athmung 150 Mm., bei langsamer Athmung oder eingeschaltetem Hahn 80 Mm., Exspirationskraft 180, resp. 98 Mm. Behandlung wie früher. Innerlich Acid. hydrochlor. mit Spiritus Menth. pip. Angl.

Am 8. December 1879 sah ich Pat. zum letzten Male. Er kann, privater Verhältnisse wegen, nicht länger in Behandlung bleiben und muss in

seine Heimath abreisen. Das subjective Befinden und die objectiven Zeichen haben sich wieder gebessert, aber doch nicht so weit, dass der frühere günstige Zustand wieder eingetreten wäre. Das Larynxgeschwür ist noch nicht wieder geheilt. Dämpfung beiderseits nur wenig verringert; noch bronchiales Athmen. Wie ich indirect erfuhr, soll im Frühjahr 1880 wieder Verschlimmerung eingetreten sein.

43. Pneumonia superior chronica. Pleuritis. 20. Febr. 1874. Schrd., Eisenbahnzugführer, 34 Jahre alt, von Herrn Geh. Rath Dr. Güterbock mir überwiesen, hatte vor 2 Jahren angeblich eine linksseitige „Lungenentzündung", höchst wahrscheinlich aber nach dem objectiven Befund neben ihr noch eine Pleuritis. Seitdem besteht Husten permanent im Sommer und Winter, auch häufig Nachts mit grosser Heftigkeit. Ziemlich beträchtliche Dyspnoë ist gleichfalls seitdem zurückgeblieben, die sowohl bei Bewegungen als auch beim Husten sich ganz besonders manifestirt. Appetit schlecht. Stuhlgang regelmässig.

Mässig kräftige Constitution. Leichte Abmagerung. Brust ziemlich gewölbt, bei tiefer Inspiration wenig sich ausdehnend. Beide oberen Lungenlappen sind in geringem Grade gedämpft. Eine stärkere Dämpfung befindet sich links unterhalb der Scapula bis zur unteren Lungengrenze; das Athmungsgeräusch ist an diesen Partien auffallend leise, vesiculär. Vorn oben beiderseits unbestimmtes Athmen mit verlängerter Exspiration und Rasseln, hinten oben beiderseits scharfes vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration und Rasseln. Vitale Lungencapacität 3100 Ccm. Inspirationszug 64 Mm. Exspirationsdruck 68 Mm.

Offenbar handelte es sich in diesem Falle um chronische Pneumonie beider oberen Lungenlappen und um die Reste einer Pleuritis sinistra. Ob noch flüssiges Exsudat vorhanden, oder eine pleuritische Schwarte, lasse ich dahingestellt. (Ein Reibungsgeräusch wurde nicht gehört.) Jedenfalls war der untere linke Lungenlappen comprimirt.

Behandlung: Inspirationen comprimirter Luft, später daneben auch Inspirationen verdünnter Luft; Inhalationen von Alaun.

Der Husten milderte sich bis Anfangs März nur unbedeutend, dann aber so wesentlich, dass Ende des Monats derselbe nur noch selten und geringfügig war, die früher heftigen Paroxysmen überhaupt nicht mehr auftraten. Von den ersten Tagen der Behandlung an verringerte sich die Dyspnoë und war nach wenigen Wochen vollkommen verschwunden, so dass Pat. ohne Mühe schnell Treppen steigen und sich bewegen konnte. Der früher schlechte Appetit ist untadelhaft geworden. Hand in Hand mit dieser Besserung der einzelnen Symptome geht eine allgemeine Kräftigung des ganzen Körpers. Pat. fühlt sich vollkommen wohl, neu gestärkt und hat ein vortreffliches Aussehen.

Am 7. April 1874 tritt Pat. seinen schweren Dienst wieder an. Die Untersuchung der Brust ergiebt noch am linken oberen Lungenlappen eine leichte Dämpfung, am rechten oberen kaum mehr eine Spur derselben. Die pleuritische Dämpfung am linken unteren Lungenlappen ist vollkommen geschwunden, der Percussionsschall daselbst sonor, die Auscultation ergiebt daselbst ein reines lautes vesiculäres Athmen. An den

oberen Lungenlappen hört man beiderseits vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. kein Rasseln. Inspirationszug 110 Mm. Exspirationsdruck 130 Mm. Vitale Lungencapacität 4200 Ccm. Diese Erhöhung der vitalen Lungencapacität gehört zu den glänzendsten, die ich mittels des pneumatischen Apparats erreichte. Pat. ist 171 Ctm. gross. Dieser Grösse [1]) entspricht nach Arnold bei gesunden Personen eine vitale Capacität von 3600 Ccm., nach Wintrich von 3762—4104 Ccm. Die vitale Capacität ist also bei unserem Patienten weit über das Mass eines gesunden Menschen gesteigert worden, während sie ursprünglich weit unter der Norm sich befunden hatte.

Anfangs April 1875 erfuhr ich, dass Pat. bis jetzt seinen schweren Dienst ohne Unterbrechung versieht und sich im ganzen wohl befindet.

7. April 1880. Auf mein Ersuchen veranlasst Herr College Geh. R. Güterbock den Pat., sich mir nochmals vorzustellen. Derselbe war seit der Behandlung vor 6 Jahren vollkommen wohl und ununterbrochen in seinem schweren Dienste thätig; nur im Herbst 1878 klagte er nach einer Erkältung wieder über Husten und zeitweise auch über Brustschmerzen und war einige Zeit ausser Dienst. Vollkommen wiederhergestellt, war er von neuem im Dienste beschäftigt, bis er am 9. Juni vor. J. bei einem Zusammenstoss zweier Eisenbahnzüge eine Quetschung und Erschütterung im Rücken erlitt, an deren Folgen er bis jetzt noch laborirt, so dass er seinen Dienst bis jetzt nicht wieder versehen konnte.

Pat. hustet nur zeitweise und dann auch nur sehr wenig, er hat keinerlei Beschwerden von Seiten seiner Brust. Dieselbe ist ziemlich gut gewölbt, links oben gegen rechts bei tiefer Inspiration etwas zurückbleibend. Im ersten Intercostalraum links neben dem Sternum Spur von Dämpfung, rechts oben vollkommen sonorer Schall, eben so an den hinteren unteren Partien beiderseits. Ueberall am Thorax vollkommen reines, mässig lautes, vesiculäres Athmen. Vitalcapacität 2700 Ccm., Inspirationskraft 82 Mm., Exspirationskraft 100 Mm. Hierbei ist zu bemerken, dass die Rückenschmerzen in Folge des Eisenbahnunfalls den Pat. an einer vollkommen ausgiebigen In- und Exspiration hindern, worauf mit Sicherheit die verminderten spirometrischen und pneumatometrischen Werthe zurückzuführen sind.

44. Pneumonia superior chronica. Laryngitis. 24. Febr. 1875. Frau Ncl., 45 Jahre alt. Seit der Mädchenzeit fast regelmässig im Winter Husten. Bei der letzten Entbindung vor 18 Jahren besonders starker Husten und Haemoptysis. In den letzten Jahren Husten fast anhaltend, in den letzten drei Wintern zum öfteren Bluthusten, zuletzt vor 14 Tagen. Seit einigen Wochen Trockenheit im Halse und rauhe Stimme. Kein Fieber. Keine Abmagerung.

Pat. ist von wenig kräftigem Körperbau, Musculatur und Fettpolster mässig entwickelt. Brust wenig gewölbt; beiderseits an den oberen Partien vorn und hinten sehr merkliche Dämpfung; rechts oben vorn und hinten bronchiales Athmen, links vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Larynxschleimhaut an der hinteren Wand gewulstet und geröthet. Vital-

1) Vergl. S. 113.

capacität 1500 Ccm. Behandlung: Einathmung comprimirter Luft; Touchiren des Larynx mit Tannin 10,0 zu Aq. destill. 30.0. Glycerin 20,0.

Am 4. März ist die Vitalcapacität bereits auf 2000 Ccm. gestiegen.

6. Juli 1875. Husten seit einigen Wochen ganz aufgehört. Fühlt sich vollkommen gesund und ist ohne jede Klage. Nur noch geringe Dämpfung beiderseits oben, rechts mehr als links; überall vesiculäres Athmen, links ganz rein, rechts mit sparsamem Rasseln. Larynx gesund. Vitalcapacität 2000 Ccm. Pat. geht auf meinen Rath nach Charlottenbrunn.

Am 13. Febr. 1880 besucht mich Pat. wieder und theilt mir zu meiner grossen Freude mit, dass sie seit der Behandlung, also seit 5 Jahren vollkommen gesund gewesen ist. Sie hat nur vorübergehend im Winter gehustet; so habe sie jetzt wieder seit 14 Tagen Schnupfen und etwas Husten. Sie ist ziemlich stark und fett geworden, hat 15 Pfund an Gewicht zugenommen. Die Untersuchung der Brust ergiebt keine Abnormität: nirgends Dämpfung, überall reines, mässig lautes vesiculäres Athmen.

45. Pneumonia superior sinistra chronica. 10. Juni 1875. Wbr., Stud. der Veterinärkunde, 23 Jahre alt. Seit ca. 1 Jahr Husten, in den letzten Wochen sehr verstärkt, und mit Schmerzen in der linken Brustseite verbunden. Zuweilen Frösteln und Hitze; Schweisse gegen Morgen. Grosse Mattigkeit. Brust wenig gewölbt; vorn in der Supra- und Infraclaviculargrube, sowie in der Fossa supraspinata linkerseits leichte Dämpfung; daselbst vesiculäres Athmen mit verlängertem Exspirium. Inspirationskraft bei forcirtem Athmen 64, bei langsamem Athmen 20, Exspirationskraft 70 resp. 32. Vitalcapacität 1900 Ccm.

Ordination: Trockene Schröpfköpfe; Milchkur; Chinin; Inhalation von Tannin mit Carbolsäure; täglich Einathmen comprimirter Luft.

28. Juli. Allmälig zunehmende Besserung, sehr bald Aufhören des Fiebers. Husten wurde immer geringer, jetzt nur noch spurweise. Fühlt sich jetzt vollkommen wohl und kräftig, so dass er in den letzten Wochen sein Examen ohne besonderes Gefühl der Anstrengung vollenden konnte. Vortreffliches Aussehen. Die Dämpfung auf der Brust ist nur noch mit Mühe überhaupt wahrnehmbar; auf beiden Seiten gleiches reines vesiculäres Athmen ohne Exspirationsgeräusch. Vitalcapacität war schon Ende Juni auf 2500 Ccm. gestiegen. Inspirationskraft forcirt 98, langsam 40 Mm., Exspirationskraft 104, resp. 50 Mm.

46. Pneumonia superior dextra chronica. 3. Mai 1876. Schltz., 35 Jahre alt, Oeconom aus der Gegend von Stendal, leidet seit 8 Wochen an Husten, Mattigkeit, Nachtschweissen, häufigem Hitzegefühl und ist dabei etwas abgemagert. Appetit ist schlecht, Stuhlgang etwas diarrhoisch. Pat. ist wenig kräftig gebaut, seine Brust mässig gewölbt. Rechts an den oberen Partien vorn und hinten merkliche Dämpfung; daselbst vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Vitalcapacität 3100 Ccm.

Ordination: Trockene Schröpfköpfe. Alaun-Inhalationen. Einathmungen comprimirter Luft.

4. Juni 1876. Husten hat sich so wesentlich gebessert, dass jetzt nur

noch zeitweise Spuren davon auftreten. Dabei fühlt sich Pat. wieder ziemlich kräftig. Kein Fieber. Nur selten noch etwas Nachtschweiss. Appetit ziemlich gut, Stuhl regelmässig. Percussion: Status idem. Bei der Auscultation ist jedoch kein Unterschied mehr zwischen rechts und links zu constatiren: beiderseits reines vesiculäres Athmen ohne besonders hervortretendes Exspirationsgeräusch. Die Vitalcapacität ist von 3100 auf 3600 Ccm. gestiegen. Inspirationskraft 60 Mm., Exspirationskraft 70 Mm.

11. Juni 1876. Nur noch zeitweise geringer Husten. Fühlt sich vollkommen wohl und kräftig, gutes Aussehen. Percussion und Auscultation wie am 4. Juni. Inspirationskraft 70 Mm., Exspirationskraft 80 Mm. Vitalcapacität ist auf 4000 Ccm. gestiegen — eine Zahl, die um mehrere hundert Cubikcentimeter die von Arnold und Wintrich gewonnenen mittleren Werthe für gesunde, da Pat. relativ klein ist (ca. 160 Ctm.), übertrifft. Pat. wird aus der Kur entlassen, um eine Molken- und Milchkur auf dem Lande zu gebrauchen.

47. Pneumonia sup. dextra chronica. Pharyngo-Laryngitis. 19. Jan. 1877. Graf Schlf., 16 Jahre alt. Hereditäre Anlage zur Phthise. Ostern 1875 „Lungen- und Brustfellentzündung"; nach der Beschreibung scheint es keine fibrinöse, sondern eine katarrhalische Pneumonie gewesen zu sein. War im Sommer darauf in Colberg, wo das pleuritische Exsudat geschwunden sein soll. Im Winter darauf in San Remo; daselbst soll sich im April 1876 eine Affection der rechten Lungenspitze entwickelt haben. Seit der erst genannten Krankheit besteht zeitweise Hüsteln, im April vor. J. vermehrt, im ganzen nicht stark. Seit ca. $1^1/_2$ Jahren Stimme rauh und beim Sprechen leicht heiser. Oft Räuspern, häufig Schnupfen. Appetit und Stuhl regelmässig. Pat. ist in den tetzten Jahren stark gewachsen. Thorax ist für sein Alter ziemlich gut gebaut, mässig gewölbt. In der rechten Fossa supra- und infraclavicularis geringe Dämpfung, merklichere Dämpfung in der Fossa supra- und infraspinata dextra. An den gedämpften Stellen verschärftes vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Folliculäre Schwellungen im Pharynx, oberer Theil der Larynxschleimhaut wulstig, Stimmbänder gesund. Vitalcapacität 3000 Ccm. Inspirationskraft 48 Mm. Exspirationskraft 60 Mm.

Behandlung: Einathmungen comprimirter Luft, Touchiren des Pharynx und Larynx mit Tannin-Glycerin, innerlich Leberthran.

7. März 1877. Befindet sich vollkommen wohl. Kein Husten. Keine Heiserkeit. Larynx normal. Nur noch Spur von Dämpfung an den genannten Stellen. Ueberall reines vesiculäres Athmen, nur hinten rechts neben den ersten Wirbeln mit verlängertem Exspirationsgeräusch. Vitalcapacität 3600 Ccm. Inspirationskraft 90 Mm., Exspirationskraft 92 Mm.; bei langsamer Athmung 60 Mm. resp. 70 Mm.

28. März 1877. Vollkommen gesund, Pharynx und Larynx normal. Brust nicht abnorm. Keine Spur von Dämpfung: überall reines vesiculäres Athmen, mit etwas verlängerter Exspiration an der zuletzt genannten Stelle. Vitalcapacität 3900 Ccm. Inspirationskraft 100 Mm., Exspirationskraft 110 Mm.

48. Pneumonia superior chronica. 25. Septbr. 1877. Wilh. Jcbs., 25 Jahre alt, Kaufmann aus Schivelbein, aus gesunder Familie, war als Knabe immer schwächlich gewesen. Vor 4 Jahren zweimal Haemoptoë, wobei je 1 Tassenkopf voll Blut entleert wurde, ohne dass schwere Erscheinungen sich daran anschlossen. Seit Anfang Juli Husten und Auswurf. Appetit schlecht. Stuhl regelmässig. Schwächlich gebaut. Brust wenig gewölbt, unter der rechten Clavicula etwas eingesunken. Beiderseits in der Infraclaviculargrube geringe Dämpfung, rechts stärker als links. Beiderseits oben vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Puls 84, mässig gespannt; Herz gesund. Pat. kann zur Zeit nicht in Behandlung bleiben. Er reist in seine Heimath ab. Verordnung: Beiderseits oben trockene Schröpfköpfe; Pillen aus Opium, Extr. Hyoscyami und Ipecacuanha.

Am 18. October 1877 kommt er wieder zu mir, um die vorgeschlagene pneumatische Kur zu gebrauchen. Husten und Auswurf hat sich unterdess wesentlich vermehrt, und Pat. ist mehr abgemagert. Appetit nicht sonderlich; Stuhl regelmässig. Beide Infraclaviculargruben, besonders aber die rechterseits, mehr abgeflacht. Die ganze Regio infraclavicularis so wie die Fossa supra- und infraspinata und die Regio interscapularis rechterseits ziemlich stark gedämpft; geringe Dämpfung auch in der linken Infraclaviculargrube. Beiderseits an den gedämpften Partien bronchiales Athmen. Vitalcapacität 2500 Ccm. Inspirationskraft 50 Mm.; Exspirationskraft 70 Mm.

Das Leiden hatte demnach in den letzten 4 Wochen erhebliche Fortschritte gemacht, und wenn es noch am 25. Septbr. zweifelhaft war, ob die nachweisliche Dämpfung nicht auf den vor 4 Jahren mit der Haemoptoë einhergehenden und seitdem abgelaufenen Process, also auf eine alte Cirrhosis pulm. zu beziehen sei, so war es nunmehr unzweifelhaft, dass neben dem alten Herde ein neuer Entzündungsherd in beiden oberen Lungenlappen, besonders aber rechterseits, sich entwickelte.

Die Behandlung bestand in Einathmungen comprimirter Luft und Inhalationen von Tannin mit Carbolsäure.

Am 28. Novbr. 1877 Beendigung der Kur. Der Husten war schon in den ersten Tagen merklich geringer geworden, nach 14 Tagen ganz geschwunden und während der übrigen Zeit nicht wiedergekehrt. Gegen den 9. Novbr. stellte sich etwas Beklemmung ein, die mehrere Tage hindurch wiederkehrte und dann (nach Application trockener Schröpfköpfe) vorüberging. Pat. fühlt sich vollkommen kräftig wie zur gesündesten Zeit, und ist ohne jede Beschwerden. Beiderseits oben nur noch geringfügige Dämpfung, vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration, ohne Rasseln. Infraclaviculargruben kaum mehr eingesunken. Vitalcapacität 3500 Ccm.; Inspirationskraft 80 Mm., Exspirationskraft 100 Mm.

49. Pneumonia chronica. 5. Sept. 1878. Frau Tpfr., 26 Jahre alt, aus gesunder Familie, früher immer gesund, vor 6 Monaten entbunden, ist seit 6 Wochen an Husten, der immer heftiger wurde, mit geringem schleimig eitrigen Auswurf, erkrankt. Sie ist unterdess abgemagert, fühlt sich sehr matt, scheint zeitweise gefiebert zu haben, klagt auch über Kreuz- und Brustschmerzen, Kitzel im Halse, zuweilen Heiserkeit, Appetitmangel. Sie nährt

ihr Kind nicht selbst. Ihre Menstruation ist regelmässig. Stuhlgang in Ordnung.

Von Herrn Geh. Rath Riedel, dem Hausarzt der Pat., um eine Consultation ersucht, stelle ich mit demselben folgenden Status fest: Pat. ist von zartem Körperbau, ziemlich stark abgemagert. Brust etwas flach; die obere Brusthälfte rechterseits erscheint gegen die andere Seite ein wenig abgeflacht und wölbt sich bei tiefer Inspiration weniger als diese. Rechts vorn oben bis herab zur dritten Rippe leichte Dämpfung; stärkere Dämpfung rechts hinten oben bis zum Angulus scapulae. Rechterseits überall scharfes kurzes Athmungsgeräusch, zwar noch vesiculär, aber im ersten Intercostalraum sich dem bronchialen nähernd. rechterseits überall Rasseln. Linkerseits überall reines, nicht besonders scharfes vesiculäses Athmen. Puls 108. Herz gesund. Larynxschleimhaut an den oberen Partien hell geröthet. Kein Fieber.

Es wird der Pat. zunächst der Besuch von Charlottenbrunn oder Görbersdorf empfohlen; aber ein Trauerfall hindert sie an der Abreise, und wir übernehmen deshalb die Behandlung zu Hause. Zunächst Application trockner Schröpfköpfe auf die rechte Brusthälfte und die gewöhnliche symptomatische Behandlung mit innerlichen Mitteln. Keine Spur von Besserung. Fortdauernd Brustschmerzen. Husten sehr heftig. Zunehmende Abmagerung.

Erst vom 30. Septbr. an entschliesst sich Pat. zu einer regelmässigen pneumatischen und Inhalationskur. Sie athmet täglich comprimirte Luft (an den ersten zwei Tagen 2, später 3 Cylinder, $^1/_{60}$ Atm.-Druck) ein und inhalirt eine Lösung von Carbolsäure, Glycerin und Wasser (Acid. carbol. 1,0, Glycerin 50,0, Aq. dest. 1000,0). Vitalcapacität am 30. September beträgt 1200 Ccm. Objectiver Befund: Status idem wie bei der ersten Untersuchung.

22. Novbr. 1878. Schon in den ersten Tagen der Behandlung bessern sich die Brustschmerzen und der Husten allmälig sehr erheblich; um die Mitte des October wird der Husten wieder etwas stärker, lässt aber bald wieder an Intensität nach, und die Besserung macht schnelle Fortschritte. Seit Ende October, bis auf einen leichten Husten von wenigen Tagen, hat derselbe ganz aufgehört. Keine Brustschmerzen. Sehr gutes Aussehen. Hat an Fleisch und bedeutend an Kräften zugenommen; fühlt sich vollkommen wohl, so dass sie es schon unternimmt, ihren ausnehmend schweren Hausstand zu leiten.

Die Untersuchung der Brust ergiebt bei der Inspection keine Verschiedenheit beider Seiten mehr. Nur noch geringfügige Dämpfung rechts im ersten Intercostalraum und in der Fossa supraspinata dextra. In der rechten Fossa infraclavic. reines vesiculäres Athmen, etwas schärfer als an den übrigen Partien des Thorax. Sonst nichts abnormes. Am 23. Novbr. Vitalcapacität 1900 Ccm. (gegen 1200 Ccm. am 30. Sept.!).

Am 31. Decbr. 1878 wird Pat. aus der Behandlung entlassen. Sie war während der ganzen Zeit vollkommen wohl. hustete nur ausnahmsweise wenige Tage und in geringem Grade, klagt weder über Brustschmerzen, noch hat sie irgend welche andere Klagen. Appetit gut. Blühendes Aussehen. Hat merklich an Fleisch und Fett zugenommen. Fühlt sich so kräftig wie in gesunden Tagen, steht ihrem Hausstand vor und scheut sich vor keinen Anstrengungen, setzt sich auch allen Unbilden des winterlichen Wetters aus.

Die Untersuchung der Brust ergiebt nur noch Spuren von Dämpfung an den zuletzt bezeichneten Stellen. Sonst nichts abnormes.

Am 16. Mai 1879 consultirt mich Pat. von neuem. Sie befand sich den Winter hindurch sehr wohl. Nur von Zeit zu Zeit hatte sie wieder mehr oder weniger Husten. Seit ca. 3—4 Wochen ist derselbe wieder anhaltend, heftig, manchmal auch die Nachtruhe störend. Zum öfteren Brustschmerzen. Daneben Heiserkeit, Trockenheit im Halse, zuweilen Halsschmerzen. Pat. fühlt sich wieder matter und ist magerer geworden. Die Untersuchung der Brust ergiebt: Vorn leichte Abflachung beider oberer Brustpartien, links mehr als rechts. Beiderseits im 1. Intercostalraum leichte Dämpfung, links mehr als rechts; geringe Dämpfung auch in der rechten Fossa supraspinata. Vorn links oben scharfes vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration und Rasseln; vorn rechts oben bronchiales Athmen, hinten rechts oben unbestimmtes Athmen mit Rasseln. Larynx stark geröthet. Vitalcapacität 1500 Ccm. Es war also in den letzten Wochen zu der Pneumonie des rechten Oberlappens, welche ihrerseits exacerbirte, eine Erkrankung auch des linken Oberlappens hinzugekommen, ausserdem eine Laryngitis. Die Behandlung besteht wiederum in Einathmungen comprimirter Luft, daneben Inhalationen von Tannin (1 pCt.) mit Carbolsäure (0,1 pCt.) und Touchiren des Larynx mit Tannin (1:5).

Auch jetzt bessert sich der Zustand sehr erheblich. Der Husten wird gering. Brustschmerzen verschwinden. Heiserkeit und Halsbeschwerden weichen vollständig. Pat. fühlt sich wieder kräftig. Am 5. Juli wird Pat. aus der Behandlung entlassen. Es besteht nur noch geringe Dämpfung an beiden oberen Lungenpartien in der früheren Ausdehnung; überall vesiculäres Athmen, in den gedämpften Stellen mit verlängerter Exspiration. Larynx gesund. Pat. geht auf meinen Rath nach Charlottenbrunn. Ich habe sie seitdem nicht wiedergesehen und erfuhr nur vom Herrn Collegen San. R. Dr. Neisser daselbst, dass die Kur in Charlottenbrunn durch mancherlei Zwischenfälle, namentlich durch eine Fussverletzung, gestört wurde und deshalb nicht ganz befriedigend war.

Am 24. April 1880 theilte mir der Gemahl der Dame mit, dass sich dieselbe den Winter hindurch bis zum heutigen Tage vollkommen wohl und kräftig befunden und nur zeitweise unbedeutend gehustet habe.

50. Pneumonia (interstitialis) superior chronica. 22. Januar 1879. Ettl., Stud. theol., 19 Jahre alt, aus gesunder Familie, hat seit vielen Jahren häufig, namentlich im Herbst und Winter, an trockenem Husten, der stets durch viele Wochen und Monate lang andauerte, gelitten. Jetzt wieder trockner Husten seit dem October. Appetit und Stuhl gut. Pat. ist mässig kräftig gebaut, nicht abgemagert. Beiderseits in den Infraclaviculargruben leichte Dämpfung; daselbst vesiculäres Athmen mit sparsamem, dumpfem Rasseln, hinten oben beiderseits etwas Schnurren.

Hier handelte es sich höchst wahrscheinlich nicht um einen phthisischen Process, sondern nur um eine interstitielle Bindegewebsverdichtung in den Lungen, die von den Bronchien ihren Ausgangspunkt nahm. Die Behandlung bestand in Einathmungen comprimirter Luft und Inhalationen von Tannin (1 pCt.) mit Glycerin (5 pCt.), innerlich Leberthran.

Nach 3—4 Wochen Husten ganz geschwunden. Vollkommen wohl und kräftig.

18. März 1879. Vitalcapacität von 3500 Ccm. auf 4600 Ccm. gestiegen. (Dieses Mass ist höher als es der Körpergrösse des Patienten bei vollkommen gesundem Zustand seiner Lungen entspricht.) Inspirationskraft 120 Mm., Exspirationskraft 140 Mm. Percussion: Status idem. Ueberall reines vesiculäres Athmen, links hinten oben mit etwas Schnurren.

Am 27. Januar 1880 besucht mich Pat. von neuem. Er hat sich seit dem vorigen Winter vollkommen wohl und kräftig befunden. Erst seit Mitte December wieder zeitweise Husten, aber nur sehr geringfügig. Brust gut gewölbt. Beiderseits oben im 1. Intercostalraum geringe Dämpfung, rechts merklicher als links. Ueberall reines vesiculäres Athmen, nur rechts oben mit verlängerter Exspiration und etwas Rasseln. Vitalcapacität 4600 Ccm. Inspirationskraft bei forcirter Athmung 110 Mm., Exspirationskraft 130 Mm.; bei langsamer Athmung oder Einschaltung eines Hahns Inspirationskraft 80 Mm., Exspirationskraft 100 Mm. Dieselbe Behandlung wie im vorigen Jahre mit gleichem Erfolg. Husten schon in den ersten Wochen geschwunden. Vollkommen wohl und kräftig.

51. Pneumonia sup. chron. 26. Sept. 1873. Schrt., Banquier, 21 Jahre alt. consultirt mich zuerst am 1. Aug. 1873. Vor 10 Jahren nach einem Sturz über eine Bank war Haemoptoë aufgetreten, ohne weitere Folgen. Vor $2^1{}_2$ Jahren Haemoptysis wiederholt, 6 Wochen mit Unterbrechung andauernd. Erst seit $^1/_2$ Jahr besteht anhaltender Husten mit Brustschmerzen und Reiz im Halse. Pat. kommt eben aus Salzbrunn zurück, wo sich die Beschwerden verloren haben. Jetzt seit einigen Tagen sind indess die Schmerzen besonders in der linken oberen Brustgegend wieder zurückgekehrt.

Pat. ist von schwächlicher Constitution; Brust wenig gewölbt; die Supra- und Infraclaviculargruben ziemlich markirt, bei tiefer Inspiration sich wenig hervorwölbend, und zwar die linke Seite weniger als die rechte. Beiderseits oben geringe Dämpfung, links ausgesprochener als rechts; beiderseits oben unbestimmtes Athmungsgeräusch.

Ich verordnete vorläufig nur Application trockner Schröpfköpfe und Einreibungen mit Stokes'schem Liniment.

Am 26. Sept. 1873 stellt sich mir Pat. von neuem vor. Die Schmerzen hatten sich anfangs etwas gebessert, kehrten aber bald zurück und sind seit 14 Tagen in der rechten Brusthälfte, bald mehr oben, bald mehr unten, besonders heftig. Seit 14 Tagen hat sich der fast geschwundene Husten wieder eingestellt. Im übrigen befindet sich Pat. wohl.

Die Untersuchung der Brust ergiebt eine wesentliche Veränderung gegen den Befund vom 1. August. Die rechte Infraclaviculargrube wölbt sich weniger bei tiefer Inspiration als die linke, auch die Dämpfung tritt rechts stärker hervor als links. Beiderseits oben unbestimmtes Athmungsgeräusch. Puls 90. Vitale Lungencapacität 3300 Ctm. Inspirationszug 70 Mm. Exspirationsdruck 80 Mm.

Ich verordnete von neuem trockene Schröpfköpfe, liess mit den Terpenthin-Einreibungen fortfahren, ausserdem eine schwache Alaunlösung ($^1/_2$ pCt.)

inhaliren und nunmehr täglich comprimirte Luft ($^1/_{60}$ Atm., auf $^1/_{48}$ allmälig steigend) inspiriren.

Am 9. Oct. Vitale Capacität 3550 Ccm. Inspirationszug 90 Mm. Exspirationsdruck 90 Mm.

Am 17. Oct. Vitale Capacität 3800 Ccm. Inspirationszug 104 Mm. Exspirationsdruck 102 Mm.

Am 31. Oct. Vitale Capacität 4000 Ccm. Inspirationszug 112 Mm. Exspirationsdruck 116 Mm.

Die Brustschmerzen wichen schon in den ersten Tagen und kehrten später nicht wieder. Der Husten war bereits Mitte October auf ein leichtes seltenes Hüsteln reducirt, welches in den folgenden Tagen gleichfalls schwand. Am 18. Oct. war bereits die Dämpfung beiderseits viel weniger ausgesprochen als zuvor, und man hörte überall am Thorax vollkommen reines vesiculäres Athmen. Am 31. Oct., an welchem Tage Pat. aus der Kur entlassen wurde, ist kein subjectives Krankheitssymptom mehr vorhanden. Pat. sieht blühend aus und fühlt sich so kräftig wie je zuvor. Eine Dämpfung ist links oben gar nicht mehr, rechts oben nur noch bei genauester Aufmerksamkeit zu constatiren. Ueberall besteht reines vesiculäres Athmen.

52. Phthisis haemorrhagica et Pleuritis adhaesiva. 27. Febr. 1874. Frl. Mng., 24 Jahre alt. Seit 1 Jahr Brust- und namentlich Rückenschmerzen, die in den letzten Monaten so heftig wurden, dass Pat. manche Nacht vor Schmerz laut weinend, im Bette sitzend zubrachte. Daneben oft Dyspnoë. Seit derselben Zeit Appetitlosigkeit und auffallende Abmagerung. Vor 3 Wochen Haemoptoë, wobei Pat. „ein ganzes Becken voll Blut“ auf einmal entleerte. Kein Husten. Menses regelmässig, schwach, zuletzt gleichzeitig mit der Haemoptoë.

Sehr blasses Aussehen, starke Blässe der Lippen. Brust ziemlich gut gewölbt, jedoch wenig beweglich und links oben eingesunken. Oberer Brustumfang 82 Ctm. Excursion 0,6 Ctm. Leichte Dämpfung am linken oberen Lungenlappen. Obere Lungengrenze links weniger hoch hinauf reichend als rechts. Ueberall am Thorax leises vesiculäres Athmen, links oben sparsame Crepitation. Am Herzen nichts abnormes, Herztöne überall an den oberen Lungenpartien verstärkt hörbar. Vitale Capacität 250 Ccm. Inspirationszug 20 Mm. Exspirationsdruck 22 Mm.

Mir ist wahrscheinlich, dass in diesem Falle eine indurative chronische Pneumonie mit adhäsiver Pleuritis sicca bestand, und dass durch die adhäsive Pleuraentzündung die Schmerzen bedingt waren.

Die Behandlung, nicht mit grosser Hoffnung auf schnellen Erfolg unternommen, in Inspirationen comprimirter Luft ($^1/_{80}$ — $^1/_{60}$ Atmosphärendruck) bestehend (ausserdem innerlich: Tinct. Chinae compos., Elix. Aurant comp., Acid. sulfuric. dil.), übertraf in ihrer Wirkung alle Erwartungen. Pat. fühlte unmittelbar während und nach dem Gebrauche der comprimirten Luft eine Milderung ihrer Schmerzen. Dieselben kehrten in den folgenden Tagen immer seltener und milder wieder, störten nicht mehr die Nachtruhe, und vom 14. März an hörte jede Schmerzempfindung auf. Zugleich hob sich der

Appetit merklich, das Aussehen besserte sich, die Blässe schwand. Keine Spur von Dyspnoë.

Am 28. März. Pat. ist etwas voller und kräftiger geworden, fühlt sich vollkommen gesund, hat über nichts mehr zu klagen. Die Untersuchung der Brust ergiebt keine Dämpfung mehr, dagegen noch Tieferstehen der oberen linken Lungrenze. Crepitiren nicht mehr hörbar. Ueberall reines vesiculäres Athmen.

Pat. sollte noch einige Zeit die Kur fortsetzen. Sie bleibt aber aus der Behandlung fort, weil ihrer Mittheilung nach sie sich bereits vollkommen gesund fühle. Es ist mir deshalb nicht mehr möglich, wie ich es an den folgenden Tagen und am Schluss der Kur beabsichtigte, die Brustmasse und die spirometrischen und pneumatometrischen Werthe zu eruiren.

Mehrere Monate später erfuhr ich, dass Pat. sich bis dahin dauernd einer guten Gesundheit erfreute. Auch noch nach einigen Jahren wurde mir die Mittheilung, dass sie sich wohlauf befinde.

53. Phthisis pulm. cum Haemoptysi chronica. 8. Oct. 1874. Dr. Dm., Bibliothekar, 29 Jahre alt. Leidet seit seinem 18. Jahre an Husten. Schon im Anfang seiner Krankheit Haemoptysis, die sich seitdem meist etwa alle 6 Wochen wiederholte, selten einmal bis zu 3 Monaten ausblieb. Pat. gebrauchte alle bekannten Bäder und klimatischen Kurorte ohne nachhaltigen Erfolg. Im Jahre 1869 überstand er in Rom den Typhus; seitdem hat sich der Husten verschlimmert. Im Jahre 1871 nahm er Plumbum aceticum in grosser Menge und litt darauf an schwerer Bleikolik. Im Frühjahr 1871 ging er nach Görbersdorf, blieb dort $1^1/_4$ Jahr und ging sodann auch in den folgenden Sommern dahin. Er erholte sich dort sehr merklich und wurde wesentlich kräftiger. Indess wurde seit dem Frühjahr 1874 das Blutspeien stärker und reichlicher. Er siedelte sofort nach Görbersdorf über und blieb dort bis vor 2 Tagen. Die Haemoptysis wiederholte sich daselbst. wurde später so reichlich, dass Pat. seit $3^1/_2$ Monaten fast täglich Blut gespien hat. Dennoch hat Pat. an Kräften und Fleisch zugenommen. (Seit 4 Jahren ist sein Gewicht allmälig von 136 Pfund auf 177 Pfund gestiegen). Sein Husten ist mässig. Seit einigen Tagen Kurzathmigkeit. Appetit und Stuhlgang regelmässig.

Ziemlich kräftig gebaut. Gut gewölbter, breiter Thorax. 95 Ctm. im oberen Umfang. mit einer Excursion von 3.5 Ctm. Guter Panniculus adiposus. Dämpfung beiderseits oben vorn sowohl wie hinten, links weniger intensiv und weniger ausgedehnt als rechts. Rechts oben überall unbestimmtes Athmen und Crepitiren. links oben leises vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Leber etwas vergrössert (Fettleber). Vitale Capacität 2100 Ccm. Inspirationszug 50 Mm. Exspirationsdruck 90 Mm.

Die Behandlung besteht allein in täglichen Inspirationen comprimirter Luft ($^1/_{60}$ Atm., bis $^1/_{50}$ Atm. allmälig steigend). Pat. setzt dieselben bis zum 5. November fort und hört dann auf, weil er eine Reise unternehmen muss.

Während bis zum Beginn der Kur Pat. seit Monaten tagtäglich Blut gespien hatte, blieb die Haemoptysis sofort nach der ersten Einathmung volle acht Tage lang aus. ohne dass auch nur eine Andeutung sich zeigte. Später traten zeitweise noch geringfügige Blutspuren im Morgensputum auf; seit

Ende October nichts mehr. Husten blieb in dem früheren mässigen Grade fortbestehen, die Kurzathmigkeit schwand. Vollkommenes Wohlbefinden.

Am 5. November. Brustumfang, wie zuvor: 95 Ctm.; Excursion 4 Ctm. Dämpfung beiderseits oben wesentlich geringer als früher, rechts nicht mehr hervortretend als links. Ueberall reines vesiculäres Athmen. Rechts oben sparsames Rasseln. (Die pneumatometrischen und spirometrischen Werthe fehlen mir leider. Ich erinnere mich nicht, ob ich dieselben überhaupt zu messen oder nur die Masse zu notiren vergessen habe.)

Ende März 1875 erfuhr ich, dass Pat. sich selbst einen pneumatischen Apparat angeschafft und ihn zeitweise gebraucht, dass er sich während des ganzen Winters vollkommen wohl befunden und nur äusserst selten geringe Blutspuren expectorirt hat.

Auch später hatte ich noch häufig Gelegenheit den Pat. zu sehen. Er befand sich relativ wohl.

54. Phthisis pulm. cum Haemoptysi typica. Diabetes mellitus. 15. Dec. 1873. Gr., Kaufmann, ca. 40 Jahre alt, wird mir vom Herrn Collegen San.-R. Dr. Gust. Meyer zur Behandlung zugeführt. Vor $1^1/_2$ Jahren erste Haemoptoë, seitdem Husten. Gleichzeitig wurde damals das Bestehen von Diabetes constatirt; ob und wie lange derselbe schon früher bestanden, ist unbekannt. In den letzten Monaten hat übrigens der Zuckergehalt des Urins wesentlich abgenommen; bei den verschiedenen Untersuchungen hat sich stets immer nur wenig oder selbst gar nichts gefunden. Pat. war im Sommer in Carlsbad zur Kur. Daselbst hatte er eine ziemlich heftige Haemoptoë, welche sich seitdem mit grösster Regelmässigkeit pünktlich alle 4 Wochen wiederholte. Der Blutauswurf erfolgt stets in grösseren Quantitäten etwa bis zu einem Wasserglase voll. — Alle bisher angewandten Mittel waren ohne jeden Erfolg.

Pat. ist gross gewachsen. Sehr bleiches Aussehen. Paralytischer Thorax. Die obere vordere Thoraxpartie rechterseits wölbt sich weniger als linkerseits. Daselbst ist der Percussionsschall, eben so wie rechts hinten oben, stark gedämpft und hoch; bei der Auscultation hört man bronchiales Athmen und Knistern. Vitale Lungencapacität 2000 Ccm.

Behandlung bestand einzig und allein im Gebrauch der comprimirten Luft zur Inspiration.

Der vom Pat. berechnete Termin, an welchem nach den bisherigen Beobachtungen die Haemoptoë wiederkehren musste, verstrich, ohne dass diese sich einstellte. Indess trat sie acht Tage später auf, in gleicher Intensität wie sonst.

Pat. brauchte die Kur nur bis zum 15. Februar und brach sie dann ab, schaffte sich später selbst einen Apparat an und gebrauchte denselben vom 21. April an in seinem Hause. Bis zu diesem Termin war die Blutung nach je 4 Wochen mit der früheren Pünktlichkeit wiedergekehrt. Von nun an sistirte sie bis zum 25. August, wo sie mit der gewöhnlichen Intensität auftrat, und wiederholte sich dann am 6. October.

Am 13. November besuchte mich Pat. wieder, um mir die obigen Mittheilungen zu machen; seit dem 6. Oct. hatte er keine Blutung wieder gehabt.

Auch der Husten ist wesentlich besser geworden, war namentlich im Sommer sehr gering, jetzt im Herbst hat er sich wieder zeitweise verstärkt, aber nicht zu der Heftigkeit wie sonst. Aussehen des Pat. ist merklich besser als im vorigen Jahre. Inspection und Percussion ergaben das gleiche Resultat wie bei der ersten Untersuchung. Ebenso ist noch an den gedämpften Stellen das bronchiale Athmen zu hören. Vitale Capacität 2300 Ccm. Am Pneumatometer habe ich weder das vorige Mal noch dies Mal gemessen, um den Pat. nicht anzustrengen.

Ich habe den Pat. später nicht wieder gesehen. Wie ich erfuhr, ist er, wenn ich nicht irre, zwei Jahre später gestorben.

55. Phthisis pulmonum haemorrhagica. 17. Oct. 1879. Rsch., Müller, 40 Jahre alt, aus Polzin. Seit 13 Jahren häufig Husten. Vor $2^3/_4$ Jahren besonders heftiger Husten mit 14tägigem Fieber; es trat damals zum ersten Male „Blutsturz" auf. Es folgte darauf ein Vierteljahr lang mit wenigen Unterbrechungen fast täglich Blutspeien; der Husten ist seitdem überhaupt niemals wieder gewichen. Im Herbst darauf (1877) wiederholte sich das Blutspeien und kehrte seitdem immer häufiger wieder, in letzter Zeit etwa alle 3—4 Wochen, zuletzt vor 14 Tagen. Der Husten ist nicht anstrengend, die Expectoration geht ohne Mühe von statten, Auswurf reichlich. Pat. ist in den letzten Jahren abgemagert. Appetit gut. Stuhl meist retardirt. Kein Fieber.

Pat. ist von wenig kräftigem Körperbau, ziemlich mager. Brust wenig gewölbt, die linke Seite derselben ist an ihren oberen Partien etwas flacher als die rechte und bleibt bei tiefer Inspiration merklich gegen dieselbe zurück. Vorn links oben bis zur 3. Rippe, so wie rechts oben im 1. Intercostalraum, endlich auch hinten oben bis zum Angulus Scapulae beiderseits Dämpfung, überall links viel intensiver als rechts. An den gedämpften Stellen bronchiales Athmen. Vitalcapacität 1700 Ccm.

Behandlung: Inspiration comprimirter Luft ($^1/_{60}$ Atm.-Druck, 3 Cylinder). Inhalation von Tannin mit Carbolsäure. Zeitweise innerlich Acid. sulfuric. dilut.

5. Decbr. 1879. Allgemeinbefinden vom Anfang an mehr und mehr gebessert; Husten immer geringer geworden; Auswurf noch ziemlich reichlich, homogen schleimig eitrig, sehr leicht zu expectoriren, in den ersten drei Wochen noch zuweilen etwas röthlich gefärbt. Reines Blut, wie früher, ist seit dem Beginn der Kur nicht wieder ausgeworfen worden. Die Besserung macht ihre Fortschritte, obgleich Pat. auch bei dem heftigsten Frost und bei schlechtestem Wetter ausging. Inspection des Thorax: nichts geändert. Percussion: Dämpfung ist entschieden weniger intensiv, beschränkt sich vorn nur auf die ersten Intercostalräume, hinten auf die Fossae supraspinatae und von dort bis zu den ersten beiden Brustwirbeln; links mehr hervortretend als rechts. Links oben vorn und hinten so wie R. O. H. im Bereich der Dämpfung vesiculäres Athmen mit bronchialer Exspiration, R. O. V. vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Vitalcapacität war bereits nach 14 Tagen auf 2000 Ccm. gestiegen, jetzt 2200 Ccm.

Pat. braucht die Kur bis zum 31. Decbr. Subjectives Befinden lässt

nichts zu wünschen übrig. Wenig Husten. Keine Haemoptysis. Objectiver Befund: Status idem.

56. Pneumonia superior haemorrhagica. 19. Oct. 1878. Tns., 27 Jahre alt, Gesandtschafts-Attaché aus Japan, Erkrankte Mitte October 1878 an Haemoptoë, die mit ziemlicher Intensität ca. 8 Tage lang andauert. Am 19. Oct. wurde ich consultirt. Unter strengster Ruhe im Bett, Vermeidung jeder Bewegung und Sprechens, Eisblase auf die Brust und innerlichem Gebrauch von Liquor Ferri sesquichlorat. (nachdem Acid. sulfuric. dilut. und Plumb. acet. im Stiche gelassen) sistirt die Blutung, und auch der Husten lässt bald nachher nach. Ende October verlässt Pat. das Bett; am 12. November geht er zum ersten Mal aus.

Anfangs November ergiebt die Untersuchung des sehr grossen (ca. 188 Ctm.) und äusserst mageren Patienten: sehr flacher, wenig beweglicher Thorax, in den Infraclaviculargruben eingesunken, daselbst beiderseits eben so hinten neben den ersten Brustwirbeln und in der Fossa suspraspinata geringe Dämpfung, leises vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Seit Monaten klagt Patient bereits über öftere Halsschmerzen, Verschleimung, Räuspern, belegte Stimme. Diese Klagen haben in letzter Zeit zugenommen. Die laryngoscopische Untersuchung ergiebt starke Röthung und Schwellung der gesammten Pharynx- und Larynxschleimhaut. Vom 20. Novbr. an touchire ich seinen Pharynx und Larynx täglich mit Tannin.

25. Novbr. 1878. Pat. ist noch sehr matt und stark abgemagert, sieht sehr blass aus. Beklemmung beim Steigen. Viel Räuspern mit geringem Auswurf. Selten starker Husten. Untersuchung der Brust ergiebt keine Differenz gegen früher. Vitalcapacität 2400 Ccm. Die pneumatometrische Untersuchung unterlasse ich wegen der vorhergangenen Haemoptoë.

Am 25. Novbr. beginnt Pat. mit den täglichen Einathmungen comprimister Luft, daneben wird das Touchiren des Pharynx und Larynx fortgesetzt.

23. Febr. 1879. Beendigung der Kur. Pat. ist vollkommen gesund. fühlt sich mindestens so kräftig wie vor seiner Krankheit, hat an Fleisch zugenommen, sieht vortrefflich aus. Keine Spur von Husten, Räuspern oder Auswurf; kann schnell hohe Treppen hinauflaufen. Die Untersuchung der Brust lässt eine Dämpfung links gar nicht mehr, rechts nur noch spurweise wahrnehmen, eben so wenig ein Eingesunkensein der Infraclaviculargruben. Ueberall reines, mässig lautes vesiculäres Athmen. Die Vitalcapacität ist von 2400 auf 3700 Ccm. gestiegen.

Dieses höchst günstige Resultat ist eingetreten, obgleich Pat. Mitte Januar an einen Abscess am After erkrankte, der zur Fistula ani incompleta führte. Ende Februar operire ich die Fistel mittels Galvanocaustik, und die Fistel schliesst sich.

Pat. ist ausser einem schnell vorübergehenden Husten im Mai 1879, bis jetzt bei vollkommenem Wohlbefinden geblieben. Im Sommer 1879 machte er höchst anstrengende Fusstouren im Schweizer Hochgebirge (z. B. Pfaffenwand und Jochpass), ist auch einmal bei einer Tour nach dem Surenenpass durch stundenlangen Regen vollständig durchnässt worden, ohne dass er irgend welche Beschwerden davontrug. Im Winter besuchte er mich, nur in der Ab-

sicht, um mich seines andauernden Wohlbefindens zu versichern. Noch im März 1880 erhielt ich Nachricht, dass er sich vollkommen gesund, kräftig und in angestrengter Thätigkeit befinde.

57. Cirrhosis pulmon. dextri lobi superioris. Bronchitis diffusa. 25. Jan. 1877. Frau Svrs., 33 Jahre alt, wird mir von Herrn Collegen S. Strassmann zur Behandlung überwiesen. Sie hat 1875 von März bis Mai an starkem Husten gelitten, hat dabei gefiebert und ist abgemagert. Später ist sie wieder stärker geworden. Schon früher hatte sie häufig bei geringen Erkältungen gehustet und dabei auch viel an Halskatarrhen gelitten; seit der genannten Krankheit Husten fast dauernd, bald schwächer bald stärker, knapper Athem beim Gehen und Steigen, mehr und mehr zunehmend. Seit mehr als 4 Wochen Husten und Dyspnoë wieder verstärkt, Gefühl der Rauhigkeit längst der Luftröhre. Appetit und Stuhl gut. Menses früher zu stark, jetzt regelmässig.

Pat. ist kräftig gebaut. Guter Panniculus adiposus. Brust ziemlich gut gewölbt, unter rechter Clavicula jedoch merklich abgeflacht, Schall daselbst etwas gedämpft, eben so hinten rechts oben bis zum Angulus Scapulae; vesiculäres Athmen mit scharfer verlängerter Exspiration an der gedämpften Stelle, an den hinteren unteren Partien beiderseits vesiculäres Athmen mit Rasseln. L. Tonsille etwas hypertrophisch; Larynx gesund. Vitalcapacität 1100 Ccm. Inspirationskraft 50 Mm., Exspirationskraft 60 Mm.

Es handelt sich hier demnach um einen wahrscheinlich im Frühjahr 1875 abgelaufenen Process im rechten oberen Lungenlappen mit zurückgebliebener Verdichtung desselben; ausserdem diffuse Bronchitis.

Behandlung: Inspiration comprimirter Luft, Inhalation mit Tannin ($^1/_2$ pCt.).

7. März 1877. Von den ersten Tagen an besseres Allgemeinbefinden. Besonders gebessert hat sich die Athmung: Gehen und Steigen wurde von Anfang an wesentlich erleichtert. Husten besserte sich gleichfalls, exacerbirte jedoch wieder vor 14 Tagen, jetzt wieder wesentlich abgenommen. Nur noch geringe Dämpfung an den früher genannten Stellen. Vitalcapacität 1600 Ccm., Inspirationskraft 70 Mm.

3. Mai 1877. Husten hat sich zum öfteren ein wenig vermehrt, aber nicht zu dem Masse wie früher, jetzt wieder gering. Sonst ganz wohl, ohne jede Klage, namentlich auch ohne Athembeschwerden. Der Thorax erscheint rechts oben immer noch etwas flacher als links, wenn auch nicht so erheblich wie früher; auch ist noch sehr geringe Dämpfung rechterseits, und zwar weniger ausgedehnt als zu Anfang, zu constatiren. Das vesiculäre Athmen rechts oben ist rein, aber nicht so laut wie linkerseits, ausserdem noch verlängertes Exspirationsgeräusch. Nirgends Rasseln. Vitalcapacität 1800 Ccm. Inspirationskraft 64 Mm. Exspirationskraft 70 Mm.

58. Cirrhosis pulmonis lobi superioris dextri. Pharyngitis, Laryngitis, Bronchitis catarrhalis. 16. Jan. 1879. Btz., Ingenieur, 36 Jahre alt. Vor 10—12 Jahren erkrankte Pat. schwer unter Husten und Brustschmerzen, wobei er mehrere Monate bettlägerig war. Seitdem dauert der Husten an, sehr

häufig zu grosser Heftigkeit exacerbirend. Daneben stets Kitzel und Kratzen im Halse, oft belegte Stimme, die sich bis zur Heiserkeit steigert. Leichte Kurzathmigkeit beim schnellen Gehen und Steigen. Im übrigen fühlt sich Pat. kräftig, hat auch in den letzten Jahren Fleisch und Fett angesetzt. Appetit und Stuhl gut. Seit etwa 10 Tagen wieder starke Exacerbation des Hustens, leichte Heiserkeit.

Pat. ist kräftig gebaut. Brust gut gewölbt; rechte Infraclaviculargegend indess gegen links abgeflacht und weniger beweglich, daselbst auch Fremitus verstärkt. Percussionsschall rechterseits im ersten I. C. R. mässig gedämpft, desgleichen in der Fossa supraspinata dextra sowie neben den ersten Brustwirbeln rechts. An den gedämpften Partien verschärftes vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration und Rasseln. Rasselgeräusche auch an den unteren Partien des Thorax. Vitalcapacität 2000 Ccm. Inspirationskraft 120 Mm. Exspirationskraft 170 Mm. Die Dämpfung im rechten Oberlappen ist, nach dem ganzen Verlauf der Krankheit, auf einen abgelaufenen pneumonischen Process (Cirrhosis pulm.) zurückzuführen, der zum dauernden Sitz von Catarrhen geworden ist, daneben zur Zeit diffuser Bronchial-Catarrh. Die mangelhafte Entfaltung der Lunge wird am besten durch die abnorm geringe Vitalcapacität im Verhältniss zu dem kräftigen Körperbau demonstrirt. Neben der Lungenaffection besteht noch Pharyngitis und Laryngitis, und zwar ergiebt die laryngoscopische Untersuchung ziemlich starke Schwellung und Röthung der gesammten Larynxschleimhaut einschliesslich der Stimmbänder, die Schwellung des linken Stimmbandes ist stärker als die des rechten.

Ordination: Einathmung comprimirter Lnft. Inhalation von Tannin (1 pCt.) mit Glycerin (5 pCt.). Touchiren des Pharynx und Larynx mit Tannin (20 pCt.). Pat. gebraucht diese Kur mit häufigen wochenlangen Unterbrechungen und überhaupt ziemlich unregelmässig bis zum 2. Juli 1879.

Gleich in den ersten Tagen bessert sich der Husten und die Heiserkeit. Am 26. Januar Morgens etwas Blutspeien, ohne irgend welche Folgen, auch ohne Vermehrung des Hustens. Mitte Februar wieder auf kurze Zeit Husten etwas verstärkt. Während der Osterfeiertage wieder leichte Heiserkeit, die nach mehreren Tagen wieder vorüberging. Seit April keine Spur von Husten und Heiserkeit mehr, nur noch Morgens etwas Räuspern. Pat. fühlt sich seitdem vollkommen gesund; er hat an Fleisch und Fett noch mehr zugenommen. Keine Dyspnoë beim schnellen Steigen. Weder die Inspection und die Palpation, noch die Percussion und Auscultation ergiebt irgend eine Spur von Abnormitöt am Thorax: Brust vorzüglich gewölbt, nirgends eingesunken, völlig symmetrisch bei flachem wie bei tiefem Athmen, gleichmässiger Fremitus; keine Spur von Dämpfung; überall reines vesiculäres Athmen, oben rechts nicht schärfer und nicht leiser als an den übrigen Thoraxpartien. Vitalcapacität 3200 Ccm. Inspirationskraft 160 Mm.; Exspirationskraft 200 Mm.: bei langsamer Athmung oder bei Einschaltung eines Hahns Inspirationskraft 110 Mm., Exspirationskraft 130 Mm. Pharynx und Larynx gesund.

Im Winter 1879/80 besucht mich Pat. wieder zum öfteren. Es war eine Recidive der Pharyngitis und Laryngitis, die ich von neuem mit vollständigem Erfolg local behandele, eingetreten. In den Lungen und Luftröhren nichts krankhaftes nachweisbar.

Noch im Mai 1880 sehe ich den Pat.; es besteht vollkommenes Wohlbefinden, keinerlei Abnormität ist an den Lungen und im Larynx nachweisbar.

59. Suspecte Phthisis. Spitzencatarrh. 20. August 1873. Ps., Jurist, 48 Jahre alt, leidet seit acht Jahren nach einer vorübergehenden Heiserkeit an Verschleimung, Räuspern, Kitzel im Halse. Seit $1^1/_2$ Jahren gesellte sich Husten hinzu, bald trocken, bald mit reichlichem Auswurf. Die Beschwerden im Halse verstärkten sich gleichzeitig: Gefühl der Rauhigkeit und des Kratzens im Halse wurde zeitweise sehr belästigend. Seit dem Frühjahr Druck und Beklemmung auf der Brust. Pat. war so eben 6 Wochen in der Schweiz ohne irgend welche Besserung des Hustens und der übrigen Beschwerden, nur dass eine zunehmende Abmagerung, welche vordem sich bemerklich gemacht hatte, einem besseren Ernährungszustand wich. Der Husten ist gerade jetzt ausserordentlich heftig, Auswurf gering. Brustschmerzen und Beklemmung.

Die am 20. August 1873 ausgeführte Untersuchung ergiebt: Mässig kräftige Constitution, Brust mässig gewölbt. Weder Inspection noch Percussion ergiebt irgend eine Abnormität. Ueberall hört man vesiculäres Athmen, jedoch ist dasselbe am rechten oberen Lungenlappen sowohl vorn als hinten mit einem scharfen verlängerten Exspirationsgerhusch verbunden. Pharynx und Larynx, mit Ausnahme der Stimmbänder, intensiv gewulstet und geröthet. Inspirationszug in maximo 80 Mm. Exspirationsdruck 105 Mm.

Neben einer localen Behandlung der Pharyngo-Laryngitis und Bronchitis (Touchirung des Pharynx und Larynx mit einer glycerinhaltigen Tanninlösung, Inhalationen mit Salmiaklösung unter Zusatz von Aq. Laurocerasi und Glycerin) liess ich comprimirte Luft aus meinem pneumatischen Apparat ($^1/_{60}$ Atmosphärendruck, bis zu $^1/_{30}$ Atmosphärendruck steigend) inspiriren.

Die Wirkung war eine auffallend schnelle und eclatante. Schon in den ersten Tagen verloren sich die Brustschmerzen und Beklemmung ganz. Der Husten wurde milder und seltener, und in den letzten Tagen der nur 16 Tage dauernden Behandlung war derselbe nach Angabe des Pat. gänzlich geschwunden oder doch auf ein Minimum reducirt.

Am 5. September. Inspirationszug in maximo 130 Mm., bequem auf 100 Mm. einige Secunden erhalten; Exspirationsdruck 140 Mm., erhalten auf 110 Mm. Die Untersuchung der Brust ergab keine Veränderung. Auch der Pharyngo-Laryngealcatarrh war ausserordentlich gebessert.

Dieser Fall berechtigt zwar nicht, die Diagnose mit Sicherheit auf eine beginnende Phthisis zu stellen; mindestens aber waren die Erscheinungen in Anbetracht des Lungenspitzencatarrhs ausserordentlich suspect, jedenfalls die Entwicklung einer Phthisis zu befürchten.

60. Pneumonia superior cat. 24. Febr. 1880. v. Kltzng., Referendar. Von Mitte December 1879 bis Mitte Januar 1880 schwere fieberhafte Erkrankung, bettlägerig, Temp. bis zu 40^0, dabei Husten und Auswurf. Nach dem Ausspruch des Herrn Prof. Krabler in Greifswald, der den Pat. behandelte, bestand eine acute katarrhalische Pneumonie beider Oberlappen. Nach vor Ablauf des acuten fieberhaften Processes liess Herr Prof. Krabler den Pat.

comprimirte Luft aus dem pneumatischen Apparat einathmen und diese Einathmungen bis zum 15. Febr. fortsetzen. Das Fieber schwand bald, und die objectiven und subjectiven Erscheinungen besserten sich zusehends, der sehr abgemagerte und sehr geschwächte Pat. nahm wieder an Fleisch und Kräften zu, der Husten wurde immer geringer und hörte ganz auf, auch die Dyspnoë bei Bewegungen verminderte sich. Da Pat. Greifswald verlässt, begiebt er sich auf den Rath des Herrn Collegen Krabler am 24. Febr. in meine Behandlung.

Pat. ist von mässig kräftigem Körperbau, mässigem Panniculus, von fast gesundem Aussehen. Brust ziemlich gut gewölbt, vorne rechts oben gegen links bei tiefer Inspiration etwas zurückbleibend. Rechterseits ist die Fossa supra- und infraclavicularis so wie die Fossa supra- und infraspinata etwas gedämpft; daselbst vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration und etwas Rasseln. Vitalcapacität 2700 Ccm. (genau eben so viel, wie bei Beendigung der pneumatischen Behandlung in Greifswald). Inspiration bei Einschaltung eines Hahns: 70 Mm., Exspiration 70 Mm. Pat. klagt noch über Kurzathmigkeit beim Steigen und Mattigkeit.

Behandlung: Täglich Einathmung comprimirter Luft $^1/_{60}$ Atm.-Druck, 3 Cylinder, und nach dem 2. Cylinder eingeschaltet Einathmung verdünnter Luft. 1 Cylinder zu $-^1/_{240}$ Atm.-Druck.

9. März 1880. Pat. fühlt sich wohl und ziemlich kräftig. Noch geringe Dyspnoë beim Treppensteigen. Inspection der Brust ergiebt vorn keine Differenz mehr zwischen rechts und links; vorn auch keine Dämpfung mehr nachweisbar. Hinten noch Spur von Dämpfung in der Fossa supra- und infraspinata dextra, daselbst vesiculäres Athmen mit Schnurren; sonst überall reines vesiculäres Athmen. Vitalcapacität 3400 Ccm. Inspiration bei Einschaltung eines Hahns oder langsamer Athmung 90 Mm., Exspiration 80 Mm.; bei forcirter Athmung Inspiration 160 Mm., Exspiration 110 Mm.

25. März. Pat. fühlt sich vollkommen gesund und kräftig, und ist frei von allen Beschwerden. Keine Athemnoth auch beim Steigen. Brust vortrefflich gewölbt, durchaus symmetrisch. Percussion nirgends abnorm; überall reines vesiculäres Athmen. Vitalcapacität 3700 Ccm.: ein Werth, der das normale Mass des Pat., auf seine Grösse (5′ 6″) nach Arnold berechnet, noch übertrifft. Inspiration bei langsamer Athmung oder mit eingeschaltetem Hahn 100, Exspiration 90; bei forcirter Athmung Inspiration 164 Mm.; Exspiration 120 Mm. Bei der Einathmung verdünnter Luft konnte Pat. anfangs aus dem Cylinder etwa nur 3 Ctm. Lufthöhe inspiriren, jetzt $5^1/_2$ Ctm.

Wir haben hier ein vortreffliches Beispiel, wie unter dem Einfluss der pneumatischen Therapie (Einathmung comprimirter, später auch Einathmung verdünnter Luft) die Residuen einer katarrhalischen Pneumonie, die so leicht ihren Ausgang in Lungenschwindsucht nehmen, zur schnellen und vollständigen Resolution gelangt sind.

61. Habitus phthisicus. Pharyngo-Laryngitis catarrh. 5. Juli 1879. Frk., 12 Jahre alt. In der Familie sind mehrfach Phthisen vorgekommen. Litt bis zu seinem 8. Jahre häufig an falscher Bräune. Seit 3—4 Jahren

Morgens Räuspern und Hüsteln. Trockenheit im Halse. Appetit gut, Stuhl retardirt. Pharynx und oberer Theil des Larynx wulstig, geröthet. Stimmbänder normal. Brust sehr flach, aber sonst gesund. Vitalcapacität 1300 Ccm.

Der Pharynx- und Larynxcatarrh wird mittels Tannin-Touchiren behandelt. Zur Kräftigung der schwächlich gebauten Brust lasse ich den Knaben täglich comprimirte Luft (anfangs $^1/_{80}$, später $^1/_{60}$ Atm.-Druck 2—3 Cylinder) und zwischen diesen eingeschaltet auch verdünnte Luft einathmen (anfangs Luftverdünnung von $^1/_{400}$, später auf $^1/_{200}$ Atm.-Druck steigend).

1. August 1879. Halsleiden beseitigt. Brust erscheint gut gewölbt. Die Vitalcapacität ist von 1300 auf 2200 Ccm. gestiegen — ein für einen 12jährigen Knaben ausserordentlich hohes Mass, das nur bei kräftigster Brust erreicht wird. Wird aus der Kur entlassen.

1. März 1880. Fühlt sich vollkommen wohl. Seit einigen Tagen geringer Husten (der nach kurzem ohne besondere Therapie schwand). Der Knabe sieht für sein Alter sehr kräftig aus. Brust gut gewölbt. Vitalcapacität 2700 Ccm.

Ich glaube, dass dieser Fall in mancher Beziehung ausserordentlich lehrreich ist. Er beweist in eclatantester Weise die Verbesserung der Constitution in Folge eines mehrwöchentlichen Gebrauchs der Einathmungen comprimirter und verdünnter Luft. Nicht nur dass die Vitalcapacität während der Behandlung innerhalb weniger Wochen von 1300 Ccm. auf 2200 Ccm. sich steigerte; auch nach dem Aufhören der Behandlung behauptete der Brustkasten nicht nur seine einmal gewonnene Weite, die durch Kunsthülfe erzielt worden war, sondern entwickelte sich auch ohne Fortsetzung der letzteren auf dem einmal erreichten Boden entsprechend weiter; sie stieg von selbst in einem halben Jahre von 2200 Ccm. auf 2700 Ccm. Dass eine so vorzügliche Entfaltung der Lungen und des Brustkorbs auf die Verbesserung der Gesammtconstitution einen günstigen Einfluss üben muss, wird wohl kaum jemand verkennen.

Vergl. ausserdem einige hierher gehörige Fälle unter Pleuritis und Stenose des Larynx.

Auch für die Behandlung der chronischen Pneumonie und der Lungenschwindsucht mittels des pneumatischen Apparates mit dadurch erzielten verhältnissmässig befriedigenden Erfolgen — befriedigend freilich immer nur im Verhältniss zu der Schwere der Erkrankung — kann ich eine Reihe anderer Autoren namhaft machen, welche ihre Beobachtungen darüber mittheilten: hierher gehört zunächst eine Reihe im Hospital behandelter klinischer Fälle, so von Lambert auf Lépine's Klinik, von Amati im Hospital zu San Marino, eine Beobachtung von Bernheim auf der medicinischen Klinik in Nancy; ich nenne ferner Sieffermann, Küss, Schnitzler, Biedert, Geigel und Mayr, Knauthe, Langenhagen, Thaon, Cron, Lorenz, Szohner, v. Corval.

Pleuritis und Empyem.

Die nach Pleuritis zurückbleibenden Schwarten mit theilweiser Compression von Lungenalveolen bieten für die pneumatische Therapie die vorzüglichsten Heilobjecte dar, und die Resultate, welche man erhält, stellen sich den glänzendsten bei Emphysem ebenbürtig an die Seite. Bisher trat in den Fällen, welche ich behandelte, Heilung oder mindestens erhebliche Besserung fast ausnahmslos und zwar in sehr kurzer Zeit (wenige Wochen) auf's prompteste ein, mochte die Pleuritis vor kurzem oder schon seit länger als Jahresfrist vorangegangen sein. Die Percussion zeigte Verminderung und Schwinden der Dämpfung an, die Auscultation die Rückkehr eines normal lauten vesiculären Athmens, die Inspection die Beseitigung einer etwa vorhanden gewesenen Deformität, endlich in einem sehr eclatanten Falle sogar die Brustmessung die Zunahme des Brustumfangs um mehrere Centimeter. Indem ich auf das früher bereits erörterte (vergl. S. 369) verweise, theile ich einige der bemerkenswerthesten von mir behandelten Fälle mit. Ich schliesse hieran einen Fall von Empyem mit Thoraxfistel, in welchem die comprimirte Luft einen nicht unwesentlichen palliativen Nutzen schaffte.

Bei pleuritischen Schwarten und bei Empyem mit Thoraxfistel wende ich die Inspirationen comprimirter Luft in der üblichen Weise an. Ausserdem verbinde ich bei pleuritischen Schwarten, besonders jugendlicher Individuen, sobald die Kranken schon etwas Kräfte gesammelt haben, gern mit der comprimirten Luft auch Einathmungen verdünnter Luft, in der Absicht, die Thoraxmusculatur zu kräftigen. Sind die Kranken noch matt und dyspnoëtisch, oder sind noch entzündliche Reizungen zu fürchten, so ist die verdünnte Luft contraindicirt.

Casuistik.

62. Pleuro-Pneumonia fibrinosa sinistra. Clara Knblch., 17 Jahre alt, ein mässig kräftig gebautes Mädchen, wird am 16. Febr. 1880 auf meine Abtheilung in der Charité aufgenommen. Sie leidet seit drei Tagen an einer acuten fibrinösen Pleuro-Pneumonie des linken Unterlappens. Ich kann es mir erlassen, den Status und den Verlauf der Krankheit näher zu beschreiben, so weit er von dem gewöhnlichen Bilde einer acuten Pleuro-Pneumonie nicht abweicht. Die Erkrankung ist eine sehr schwere. Die Temperatur schwankte

zwischen 39,3 und 40,3°. Am 18. Februar schritt die Erkrankung noch bis zum linken Oberlappen vor, so dass die Dämpfung hinauf bis zur Spina Scapulae reichte, und bronchiales Athmen nicht nur unter der Scapula und in der Fossa infraspinata, sondern theilweise auch in der Fossa supraspin. sin. zu hören war. Am 19. Febr. wird auch der rechte Unterlappen befallen: Dämpfung und bronchiales Athmen R. H. U. L. H. U. Fremitus abgeschwächt; Brustschmerzen. Rostfarbene, später citronenfarbene Sputa. Zeitweise Delirien. Am 20. Febr. Abends, also am 7. Krankheitstage, tritt eine regelrechte complete Krisis ein; Schweiss bei derselben enorm. Der Husten lässt nunmehr nach; die Sputa werden homogen schleimig eitrig. Dämpfung wird geringer an In- und Extensität, an die Stelle des bronchialen tritt leises unbestimmtes Athmen. Fremitus L. H. U. bleibt abgeschwächt.

Am 26. Febr. von neuem Klagen über Brustschmerzen linkerseits, dieselben dauern in den nächsten Tagen an. Am 29. Febr. eintägiges Fieber: Frösteln in der Nacht, sodann Hitze, Morgens 8 Uhr Temp. 39,0, um 11 Uhr 38,2, um 2 Uhr 37.9, Abends wieder 37,5, L. H. U. hinauf bis zur Mitte der Scapula Dämpfung, daselbst bronchiales Athmen und Crepitiren; Fremitus abgeschwächt. R. H. U. Dämpfung wesentlich verstärkt, abgeschwächtes vesiculäres Athmen. Am folgenden Morgen Temp. 37,8, später zwischen 36,4 und 37,5. Am 2. März wiederum verstärktes Fieber: Morgens 38,6, um 11 Uhr 38.2, um 2 Uhr 38,4, um 4 Uhr 38,0, Abends 37,7°. Am 3. März Temp. von Morgens 8 Uhr bis Nachm. 4 Uhr 37,9—37,7°. Abends 37,5°. Am 4. März Morgens 38,2, um 11 Uhr 37,6°, sodann fieberlos. Die Schmerzen linkerseits dauern an; auch Husten mit geringem schleimig eitrigen Auswurf. Die Dämpfung linkerseits mit vermindertem Fremitus dauert fort, das bronchiale Athmen hat einem leisen unbestimmtem Athmen Platz gemacht. R. H. U. Dämpfung vermindert, leises vesiculäres Athmen. Am 10. März ist L. H. U. ein schabendes Reibungsgeräusch zu hören.

15. März 1880. Pat. kann stundenweise täglich das Bett verlassen. Subjectives Befinden ziemlich gut. Noch erhebliche Schwäche und Blässe der Haut. Wenig Husten, ohne Auswurf. Bei tiefem Athmen und Husten noch stechende Schmerzen in der linken Brusthälfte. Thorax vorn symmetrisch, ziemlich gut gewölbt und ausgiebig sich erweiternd. Percussionsschall vorn überall gleichmässig sonor, desgleichen hinten rechts nicht abnorm. Hinten links ca. 3 Ctm. oberhalb des Angulus Scapulae beginnt Dämpfung, welche nach unten an Intensität zunimmt und an den untersten Partien des Thorax nahezu absolut wird. Athmungsgeräusch vorn überall vesiculär; auch hinten vesiculär, aber linkerseits sehr abgeschwächt, zumal auch in der Axillargegend, die auf Druck etwas empfindlich ist. L. H. U. Fremitus sehr abgeschwächt; auch etwas Reibungsgeräusch. Vitalcapacität 2000 Ccm. Inspirationskraft bei forcirter Athmung 60 Mm., bei langsamer Athmung 40 Mm., Espirationskraft 90 resp. 50 Mm.

Pat. athmet von nun an täglich comprimirte Luft von $^1/_{60}$ Atm.-Druck ein, am ersten Tage 2, dann 3 Cylinder.

24. März. Bisweilen noch stechende Schmerzen linkerseits. Pat. fühlt sich sonst wohl und kräftig; kein Husten. Die objective Untersuchung er-

giebt bereits eine sehr wesentliche Besserung: nur noch geringe Dämpfung in der Gegend vom 10. Brustwirbel abwärts und in der Axillarlinie; daselbst abgeschwächtes vesiculäres Athmen mit etwas Reiben. Höher hinauf keine Dämpfung mehr und schon ziemlich lautes vesiculäres Athmen.

Vitalcapacität 2500 Ccm. Inspirationskraft forcirt 80, langsam 60 Mm.; Exspirationskraft 100 resp. 90 Mm.

Am 30. März wird Pat. aus der Charité geheilt entlassen. Hinten links keine Spur von Dämpfung mehr, nur noch tn der linken Axillation an der untersten Partie des Thorax Spur von Dämpfung. Ueberall ziemlich lautes vesiculäres Athmen, mit äusserst spärlichem, leisen Reibungsgsräusch an den untersten Partien des Thorax hinten und seitlich. Normaler Fremitus. Vollkommenes Wohlbefinden. Vitalcapacität 2500 Ccm. Inspirationkraft forcirt 120, langsam 80; Exspirationskraft forcirt 142, langsam 110 Mm.

In diesem Falle hat es sich wahrscheinlich nicht allein um die Reste einer Pleuritis, die so ausserordentlich schnell unter dem Einfluss der comprimirten Luft zur Resorption gelangten, sondern auch um die verzögerte Resolution der pneumonischen Verdichtung gehandelt, deren Lösung gleichfalls durch die pneumatische Therapie beschleunigt wurde.

Es ist von besonderem Interesse, diesen Fall. in welchem so prompte Heilung erzielt wurde, mit dem oben p. 452 mitgetheilten Fall 10 zu vergleichen. In dem letzteren hatte fünf Jahre, bevor mich Pat. consultirte, eine Pneumonie, wahrscheinlich auch mit Pleuritis. bestanden, und in Folge zögernder Resolution des pneumonischen Infiltrats und wohl auch vorhandener pleuritischer Adhäsionen war eine Compression mit partieller Atelectase der linken Lunge zurückgeblieben, welche nachträglich zu einem secundären hochgradigen Emphysem der rechten Lunge Veranlassung gab. Jahre langes Siechthum war die Folge, bis die pneumatische Therapie endlich auch hier Heilung zu Wege brachte.

63. Pleuritis duplex. Pneumonia superior chronica. Louise Gbrl., 20 Jahre alt, wird am 4. März 1879 auf meine Abtheilung in der Charité aufgenommen. Sie stammt angeblich aus gesunder Familie und ist selcst bis zum 14. Jahre gesund gewesen. Seit 6 Jahren leidet sie mit öfteren Unterbrechungen an Husten, bald stärker, bald schwächer. Vor 9 Tagen erkrankte Pat. mit Frost, dem aber kein Hitzegefühl gefolgt sein soll, und Rückenschmerzen. Schmerzen in Brust und Rücken steigerten sich und dauern an, daneben Husten, Nachtschweisse. Menstruation seit dem 15. Lebensjahre. geregelt. Temperatur Abends nach der Aufnahme 38.0.

Status praesens am 5. März 1879. Pat. ist schwächlich constituirt, ziemlich mager. Thorax mässig gewölbt, mässig breit, oben links mehr abgeflacht als rechts und bei tiefer Inspiration mehr zurückbleibend. Keine objective und subjective Dyspnoë. Puls 96, unter mittlerer Grösse, Füllung und Spannung. Temp. 37,2°. Die Percussion ergiebt: Schall in der Infraclaviculargrube beiderseits etwas gedämpft und hoch, links mehr als rechts; hinten geringe Dämpfung beiderseits oben bis zum Angul. Scap. Links hinten vom 8. Brustwirbel abwärts, noch unten an Intensität zunehmend, gleichfalls Dämpfung, eben so in der Axillarlinie unterhalb der 6. Rippe. Auscultation:

An den oberen Partien des Thorax, so weit Dämpfung, bronchiales Athmen mit etwas Rasseln; weiter abwärts vesiculäres Athmen. L. H. U. leises vesiculäres Athmen mit Rasseln und Reibungsgeräuschen. Fremitus an den oberen Partien verstärkt, links hinten unten und seitlich auf ein Minimum abgeschwächt. Spitzenstoss, im 6. I. C. R. nach innen von der Mammillarlinie, von geringer Resistenz. Herzdämpfung reicht nach links bis zur Mammillarlinie, nach rechts bis zum rechten Sternalrand, nach oben bis zum 3. Rippenknorpel. An der Herzspitze systolisches Aftergeräusch an Stelle des Tons. Leber und Milz nicht abnorm. Es besteht hier demnach eine frische Pleuritis sinistra neben einer alten chronischen Verdichtung beider oberer Lungenlappen. Das systolische Aftergeräusch deutet mit Wahrscheinlichkeit wohl nur auf eine functionelle Insufficienz der Mitralis (sogenanntes anämisches Geräusch), nicht auf ein organisches vitium cordis.

Pat. erhält linkerseits Schröpfköpfe und wird sonst in der üblichen Weise behandelt. Sie bleibt fieberlos. Schlaf und Appetit meist gut. Brustschmerzen und Husten dauern an. Im objectiven Befund an den oberen Partien nichts geändert; Dämpfung L. H. U. und seitlich nimmt an Intensität zu. Am 23. März wird über Brustschmerzen auch rechterseits geklagt und Dämpfung unterhalb der Scapula constatirt. Auch Reibungsgeräusche wurden später daselbst wahrgenommen. Trotz wiederholter Application von trockenen und blutigen Schröpfköpfen und anderer üblicher Mittel keine Besserung des Zustandes. Vielmehr stellt sich zu den früheren Beschwerden noch Dyspnoë ein.

Am 5. April 1879. Einleitung der pneumatischen Behandlung, bestehend im Einathmen comprimirter Luft ($^1/_{60}$ Atm.-Druck).

Von nun an merkliche, regelmässig fortschreitende Besserung. Athemnoth und Brustschmerzen schwinden bald ganz, Husten und Auswurf werden geringfügig. Am 23. April fühlt sich Pat. so wohl, dass sie auf ihren Wunsch das Krankenhaus verlässt.

Am 22. April wird noch folgender Status von Herrn Stabsarzt Dr. Krocker notirt: Ernährungszustand im ganzen leidlich gut, zeigt gegen die Zeit der Aufnahme einige Besserung. Die linke Supraclaviculargrube etwas stärker vertieft als rechts, bleibt bei der Inspiration etwas zurück. Percussionsschall vorn links etwas höher als rechts; hinten rechts über den oberen Partien der ganzen Lunge leicht gedämpft, links nur in der Fossa supraspinata und an den untersten Partien. Athmungsgeräusch vorn beiderseits vesiculär ohne Nebengeräusche, links oben schärfer als rechts. In der linken Fossa supraspinata ist das Athemgeräusch sehr schwach, jedoch rein vesiculär; über den untersten Partien hinten links hat es einen puerilen Charakter; rechts ist es überall vesiculär, hier und da von etwas Reiben begleitet. Die übrigen Organe sind gegen den früheren Status nicht verändert. Husten und Auswurf geringfügig.

Wir haben in diesem Falle demnach nicht blos eine erhebliche Besserung oder Heilung der pleuritischen Erscheinungen, sondern auch eine wesentliche Besserung der alten chronischen Pneumonie der Oberlappen oder beginnenden Phthisis erzielt.

64. Pleuritis duplex. Bronchitis diffusa chronica. Bronchectasia et Cirrhos. pulm. sinistr. Anna Hsslr., 22 Jahre alt, wird am 22. Febr. 1879 von der Gebäranstalt der Charité auf meine Abtheilung verlegt. Sie giebt an, seit ihrem 11. Jahre gehustet und ausgeworfen zu haben. Am 7. Febr. wurde sie von einem ausgetragenen todten Kinde leicht entbunden. Am 14. Febr. hatte sie einen Schüttelfrost, dem eine Temperatur von 41° gefolgt sein soll. Am 17. stellten sich Brustschmerzen linkerseits ein, welche sich besonders beim Husten, der sehr verstärkt ist, steigern.

Status am 23. Febr.: Wenig kräftiger Knochenbau; mässige und schlaffe Musculatur, geringes Fettpolster. Blässe der Haut und der Lippen. Thorax wenig gewölbt, an den oberen Partien etwas schmal, mit hervortretenden Clavikeln. Fossa supraclav. links tiefer als rechts. Brust wölbt sich sehr wenig bei tiefer Inspiration, besonders an ihren oberen Partien. Keine objective oder subjective Dyspnoë. Zahl der Respirationen: 18 in der Minute. Puls 72, ziemlich voll und gross, mässig gespannt. Temp. 37,3°. Vorn links oben bis zur 3. Rippe und H. L. O. geringe Dämpfung; hinten beiderseits vom 9. Brustwirbel abwärts stärkere Dämpfung. Vorn und hinten überall vesiculäres Athmen mit mittelblasigen Rasselgeräuschen, an den untersten Partien hinten mit Reiben. Fremitus hinten unten beiderseits sehr abgeschwächt. Spitzenstoss im 5. I. C. R. nach innen von der Mammillarlinie, von mittlerer Resistenz. Herzgrenzen normal; Herztöne rein. Leber und Milz nicht abnorm. Sputum ziemlich reichlich, homogen schleimig eitrig. Geringer Ausfluss aus den Genitalien.

Am 24. Febr. tritt gegen Abend noch eine Temperatursteigerung auf 38,0, am 27. Febr. auf 39,5° ein, sonst bleibt sie fieberlos. Appetit und Stuhlgang meist regelmässig. Schlaf gut.

Bei der üblichen inneren Behandlung bleiben die Klagen der Pat. wesentlich die gleichen, ebenso der objective Befund, nur dass die Dämpfung L. H. U. sich verringert.

Am 4. April klagt Pat. über besonders lebhafte Schmerzen rechterseits. Die Percussion ergiebt rechterseits unterhalb des Angulus Scapulae nach abwärts zunehmende Dämpfung, H. L. U. keine Dämpfung mehr. Fremitus R. H. U. abgeschwächt. Athmungsgeräusch R. H. U. leise vesiculär, mit Reiben, links überall lautes vesiculäres Athmen, an den unteren hinteren Partien gleichfalls mit Reiben. Vorn nichts gegen früher geändert.

Am 22. April: Status idem. Nunmehr Beginn der pneumatischen Behandlung: Inspiration um $^1/_{60}$ Atm.-Druck comprimirter Luft.

Am 28. Mai wird Pat. aus der Charité als gebessert entlassen. Sie fühlt sich kräftiger, sieht gut aus, hat geröthete Lippen und ziemlich guten Panniculus adiposus. Keine Brustschmerzen. Husten gering. Auswurf hat sehr wesentlich nachgelassen, ist von 60 Grm. auf ca. 2 Esslöffel in 24 Stunden reducirt, wahrscheinlich bewirkt durch den innerlichen Gebrauch der Myrrha, die ich auch in anderen Fällen von Bronchectasie sehr erfolgreich zur Verminderung der Expectoration fand. Brust ziemlich gut gewölbt, vollkommen symmetrisch sowohl in der Ruhe wie bei tiefer Inspiration. Nur noch sehr geringe Spur von Dämpfung im 1. I. C. R. links neben dem Sternum und hinten links neben den ersten beiden Brustwirbeln. Sonst überall

sonorer tiefer Percussionsschall. Ueberall reines vesiculäres Athmen, wenig laut, beiderseits hinten an den untersten Partien mit Reiben. Fremitus normal. Inspirations- und Exspirationskraft 60 Mm.

65. Pleuritische Schwarte. 8 Nov. 1873. v. Alt., Officier, 25 Jahre alt, wurde am 16. August 1870 bei Mars la Tour schwer verwundet, indem eine Mitrailleusenkugel in die rechte Lendengegend eindrang und nach dem Urtheil der behandelnden Aerzte die rechte Niere verletzte (Haematurie). Erst nach mehrfachen Operationsversuchen konnte die Kugel im December 1871 linkerseits in der Gegend der falschen Rippen aufgefunden und excidirt werden. Eine langwierige erschöpfende Eiterung, durch die Anwesenheit der Kugel bedingt, und später aus der noch längere Zeit offen gebliebenen Fistel brachte den Kranken sehr herunter; dazu kamen noch häufige Magencatarrhe, wodurch Pat. äusserst blass, schwächlich und zu jeder anstrengenden Leistung unfähig blieb. Am 15. September 1873 kam zu dem schon geschwächten Organismus eine Pleuritis hinzu. Dieselbe ging zwar relativ schnell in Genesung über, so dass Pat. nur drei Wochen Bett und Zimmer hütete; aber es blieb Dyspnoë zurück, die zumal beim schnellen Gehen und Treppensteigen sich in empfindlicher Weise bemerklich machte. Husten besteht nicht. Appetit und Stuhlgang nicht abnorm.

Pat. wird mir am 8. Nov. 1873 von seinem Arzte zur Behandlung überwiesen. Er sieht äusserst blass aus. Die Brust ist lang und flach. Inspection und Palpation ergiebt keine Asymmetrie. Ueberall ist der Percussionsschall sonor und tief; nur am unteren Theil des Thorax hinten links in einer Breite von ca. 7 Ctm. ist der Schall leicht gedämpft; daselbst ist zugleich das vesiculäre Athmungsgeräuch abgeschwächt und deutliches Reibungsgeräusch vernehmbar. Vitale Lungencapacität 3000 Ccm. Inspirationszug 60 Mm. Exspirationsdruck 70 Mm.

Die Behandlung bestand allein in Einathmungen comprimirter Luft, zu denen ich später noch Inspirationen verdünnter Luft hinzufügte.

Die Besserung und Heilung erfolgte in auffallend rascher Weise. Der Pat., welcher anfänglich die Treppen nur mit grosser Mühe, von Stufe zu Stufe sich ausruhend, hinauf kommen konnte, war schon nach 8—10 Tagen so wenig kurzathmig, dass er zwei Treppen ohne abzusetzen schnell hinauflief.

Am 19. November betrug seine vitale Lungencapacität bereits 3400 Ccm., seine Inspirationskraft 110, seine Exspirationskraft 115 Mm. Allgemeinbefinden vortrefflich.

6. Dec. Vitale Lungencapacität 3500 Ccm. Inspirationszug 115 Mm. Exspirationsdruck 130 Mm. Die Brust erscheint auffällig gewölbter als zuvor. Keine Spur von Dämpfung und von Reibungsgeräuschen, überall reines lautes vesiculäres Athmen.

Die Kur wird am 18. December beendet. Pat. befindet sich vollkommen gesund und so kräftig wie seit seiner Verwundung nicht. Er hat eine blühende Gesichtsfarbe und hat an Fleisch zugenommen. Es ist weder ein subjectives noch objectives Krankheitssymptom mehr vorhanden.

Am 18. Febr. 1874 stellt er sich mir von neuem vor. Sein gekräftigter

Gesundheitszustand hat sich unverändert erhalten, er geht seinem Dienste ohne Störung nach. Vitale Lungencapacität 3550 Ccm. Inspirationszug 150 Mm. Exspirationsdruck 150 Mm.

Im nächsten Sommer und Herbst hatte ich noch wiederholentlich Gelegenheit Herrn v. A. zu sehen und günstiges über seinen Gesundheitszustand zu erfahren.

Am 10. März 1876 consultirt mich Hr. v. A. von neuem. Er hat sich seit der ersten Behandlung vollkommen wohl befunden. Seit wenigen Wochen indess leidet er zuweilen an Beklemmungen. Die Percussion und die sonstige Untersuchung der Brust ergiebt nichts abnormes; nur ist das vesiculäre Athmungsgeräusch an den unteren hinteren Partien des Thorax etwas leise. Auch ist die Vitalcapacität auf 2700 Ccm. herabgegangen. Inspiration bei forcirter Athmung 90, bei langsamer 60 Mm., Exspiration 120 resp. 100 Mm.

Pat. gebraucht wieder bis zum 4. April 1876 Inspirationen comprimirter und Inspirationen verdünnter Luft. Die Beklemmungen lassen sehr schnell nach, und er fühlt sich wieder ausserordentlich wohl. (Für den 4. April fehlt mir leider der objective Status.)

66. Pleuritische Schwarte. 14. Februar 1874. Rs., 14 Jahre alt. Vor 4 Wochen an einer rechtsseitigen Pleuritis erkrankt, 14 Tage bettlägerig gewesen. Dabei Husten gehabt, der noch andauert.

Die Brust erscheint auf der rechten Seite merklich retrahirt. Brustumfang auf der Höhe der Brustwarze 71 Ctm., und zwar 38 Ctm. links, 33 Ctm. rechts. Ausdehnungsfähigkeit des Thorax 1,4 Ctm. Die rechte Seite ist überall hinten mit von oben nach unten zunehmender Intensität gedämpft. Ueberall hinten rechts und vorn rechts unten hört man Reibungsgeräusche, dabei rechts oben scharfes, rechts unten leises vesiculäres Athmen; links überall scharfes vesiculäres Athmen. Die linke Lunge ist an ihrer unteren Grenze um die Breite zweier Intercostalräume über die Norm ausgedehnt und überdeckt vollständig das Herz. Herztöne normal. Vitale Capacität 1750 Ccm. Inspirationszug 110 Mm. Exspirationsdruck 95 Mm.

Die Behandlung besteht einzig und allein in Inspirationen comprimirter Luft. Die Besserung und Heilung erfolgt ausserordentlich schnell und radical.

Schon am 28. Februar ergiebt die Percussion ausser der noch bestehenden Ektasie der linken Lunge keinerlei Abnormität mehr. Ueberall hört man reines vesiculäres Athmen, nur ganz unten hinten rechts noch etwas Reibungsgeräusch. Brustumfang auf der Höhe der Mammillarlinie 77 Ctm., und zwar 39 Ctm. links, 38 Ctm. rechts. Brusterweiterung 2 Ctm. Vitale Capacität 2150 Ccm. Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 110 Mm. Kein Husten mehr.

Am 7. März Beendigung der Kur. Keine Spur von Dämpfung. Ueberall vesiculäres Athmen, nirgends Reibungsgeräusch. Brustumfang 78 Ctm., und zwar links 39,6, rechts 38,5 Ctm. Vitale Capacität 2200 Ccm. Inspirationszug 130 Mm. Exspirationsdruck 110 Mm. (Zweckmässig hätte sich noch eine kurze Behandlung mit Exspirationen in verdünnte Luft zur Hebung der linksseitigen Lungenektasie, die wahrscheinlich in Folge einer compensatorisch

erhöhten Inspirationsthätigkeit während der acuten Pleuritis aufgetreten war, angeschlossen.)

67. Pleuritische Schwarte. Cirrhosis pulm. 20. April 1874. Dr. v. Hdr., früher Arzt, jetzt Gutsbesitzer, 47 Jahre alt. Litt seit der Jugend häufig an Catarrhen, besonders aber im Jahre 1859 an heftigem Husten mit starkem Fieber und Abmagerung, so dass damals der Verdacht auf Phthisis ausgesprochen wurde; die drohenden Symptome gingen indess wieder vorüber. Vor 10 Jahren gichtische Zustände an den grossen Zehen und bald darauf Keuchhusten, durch Ansteckung von den Kindern acquirirt. Seitdem fast permanent Husten, bald mehr bald weniger, daneben Kurzathmigkeit beim Gehen und Steigen. Vor 2 Jahren Pleuritis sinistra, 6 Wochen lang. Seitdem Dyspnoë vermehrt. Haemoptysis einmal vor ca. 2 Jahren.

Langer, wenig beweglicher Thorax. Fossae infraclaviculares verstrichen, F. supraclaviculares ziemlich hervorgewölbt. Obere Lungengrenze abnorm hoch hinaufreichend, untere Grenzen normal. In der Fossa infraclavic. sinistra und der Fossa supraspinata sinistra leichte Dämpfung, unbestimmtes Athmungsgeräusch, sparsames dumpfes Rasseln. Unterhalb der linken Scapula gleichfalls geringe Dämpfung, leises vesiculäres Athmen. Herz nicht abnorm. Vitale Capacität 2550 Ccm. Inspirationszug 60 Mm. Exspirationsdruck 70 Mm.

Die Behandlung besteht in Inspirationen comprimirter Luft. Dieselbe wird bis zum 9. Mai regelmässig täglich gebraucht. Husten vermindert sich auffallend; Dyspnoë wird zuletzt kaum noch empfunden.

Am 9. Mai ergiebt die Untersuchung der Brust: Dämpfung unterhalb der linken Scapula vollständig geschwunden, daselbst ziemlich lautes vesiculäres Athmen. Am oberen linken Lungenlappen noch Dämpfung, aber geringfügiger als am Anfang; daselbst gleichfalls überall ziemlich lautes vesiculäres Athmen, kein Rasseln. Vitale Capacität 3000 Ccm. Inspirationszug 100 Mm. Exspirationsdruck 105 Mm.

Am 14. Mai 1877 besuchte mich Pat. von neuem, aber leider nunmehr in einem sehr traurigen Zustand. Seit December 1876 ist er heiser, Husten sehr vermehrt. Starke Abmagerung. Pat. hat den pneumatischen Apparat sich selbst angeschafft und in höchst irrationeller, forcirter Weise gebraucht. (Inspiration comprimirter Luft von $^1/_{40}$ Atmosphärendruck, dazu gar noch Exspirationen in verdünnte Luft bis zu 6—10 Cylinder täglich.) Die Untersuchung der Brust ergiebt eine vorgeschrittene Lungenphthise beider oberer Lungenlappen, so wie theilweise auch des linken Unterlappens. Larynxschleimhaut geschwollen, Stimmbänder verdickt und erodirt. Ich empfehle dem Pat. den Gebrauch von Görbersdorf, weiss aber nicht, ob er dahin gegangen. Wie ich erfuhr, ist er unterdess verstorben.

68. Pleuritische Schwarte. 26. Septbr. 1877. Frl. Chn. aus England, 28 Jahre alt, litt im August vorigen Jahres an Brustfellentzündung, bei der sie 11 Tage bettlägerig war. Seitdem leidet sie fast täglich an Brustschmerzen, meist linkerseits, selten rechts. Dabei viel Herzklopfen und knapper Athem, zumal beim Steigen. Pat. kann nur auf dem Rücken liegen: auf der linken Seite zu liegen, hindern sie die Schmerzen, auf der rechten die Dys-

pnoë. Pat. fühlt sich matt. Trotzdem ist sie seit 1 Jahr stärker geworden. Appetit und Stuhl in Ordnung. Menses treten oft verfrüht ein. Seit 3 Wochen etwas Husten nnd Räuspern.

Ziemlich reichliches Fettpolster. Brust gut gewölbt, aber sehr wenig beweglich. Ueberall sonorer Percussionsschall; nur linkerseits abwärts vom Angulus Scapulae und in der Axillarlinie bis zum Lungenrande leichte Dämpfung und daselbst zugleich abgeschwächter Fremitus. Ueberall wenig lautes vesiculäres Athmen, an den gedämpften Stellen besonders leise, in der linken Axillarlinie im 6. I. C. R. etwas Reiben. Herz und Lebergrenzen nicht abnorm. Herztöne rein. Vitalcapacität 1200 Ccm. Inspirationskraft 40 Mm., Exspirationskraft 48 Mm.

Die Behandlung besteht einzig und allein in täglichen Einathmungen comprimirter Luft. Am 12. Octbr. Beendigung der Kur.

Pat. hat nur noch selten geringe Brustschmerzen. Sie ist frei von Dyspnoë, Herzklopfen und Husten. Sie kann Nachts ohne jede Dyspnoë auf der rechten Seite schlafen, was sie seit ihrer Krankheit nicht vermochte. Sie fühlt sich wohl und kräftig. Keine Spur von Dämpfung mehr; Fremitus auf beiden Seiten gleich stark, eben so das vesiculäre Athmen auf beiden Seiten gleich laut. Noch etwas Reiben in der linken Axillarlinie. Inspirationskraft 62 Mm., Exspirationskraft 80 Mm. Vitalcapacität war bereits am 6. Oct. auf 1600 Ccm. gestiegen.

69. Cirrhosis pulmon. dextr. Pleuritis sicca sinistra. 10. Januar 1879. Frl. v. Stnkr., Krankenpflegerin, 39 Jahre alt. Litt vor 11—12 Jahren ein Jahr hindurch an Husten mit häufiger Haemoptysis und magerte dabei ab; schon damals soll von Traube eine rechtsseitige Spitzenaffection festgestellt worden sein. Später erholte sich Pat., wurde wieder stärker, fühlte sich wohl und litt nur noch zeitweise an Husten. Seit dem letzten November wieder anhaltender starker Husten, vor 3 Wochen mit etwas Blutspeien. Anfangs December kam eine linksseitige Brustfellentzündung hinzu, wie es scheint, eine Pleuritis sicca, an der sie nur 8 Tage bettlägerig war. Auch jetzt noch zuweilen Brustschmerzen auf der linken Seite. Pat. fühlt sich schon seit $^1/_2$ Jahre matt, ganz besonders aber seit dem December. Menses früher zu häufig, jetzt regelmässig.

Brust wenig gewölbt. Rechts oben vorn im 1. I. C. R. und in der Fossa supra- und infraspin. dextr. geringe Dämpfung; eben so leichte Dämpfung unterhalb der linken Scapula, an letzter Stelle ist der Fremitus etwas abgeschwächt. Ueberall am Thorax ziemlich lautes vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration, auch H. L. U. nur wenig leiser, mit Reibungsgeräuschen. Vitalcapacität 2000 Ccm.

Behandlung: Application trockener Schropfköpfe, Leberthran; Pillen aus kleinen Dosen Opium mit Extr. Hyoscyam und Pulv. Ipecac. Inspiration comprimirter Luft.

30. Jan. 1879. Pat. fühlt sich vollkommen wohl und wieder kräftig wie zuvor. Kein eigentlicher Husten mehr, nur zuweilen noch etwas Räuspern. Keine Brustschmerzen mehr. Percussion wie früher. Ueberall lautes reines vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Vitalcapacität 3000 Ccm.

Pat. tritt wieder ihren schweren Dienst als Krankenwärterin eines hiesigen Krankenhauses an und befindet sich dabei, wie ich mehrere Monate später von ihr erfuhr, vollkommen wohl und ohne Beschwerden.

70. Pleuritische Schwarte. Bronchitis. 4. Sept. 1879. Frau Mchlsn. aus Nakel, 32 Jahre alt. Vor 2 Jahren Brustfellentzündung. Dabei einige Monate andauernder Husten, nach einem Aufenthalt in Landeck gebessert. Seit 1 Jahr wieder Husten, Stiche, Athemnoth und oft auch starkes Herzklopfen; all dies eine Zeit lang gebessert, seit $^1/_2$ Jahre wieder verschlimmert. Auswurf gering. Seit 2 Monaten anhaltend Diarrhoe. Appetit ungleich. Zuweilen Frösteln. Etwas Abmagerung und Mattigkeit. Blasse Haut. Pat. ist mässig kräftig gebaut; Brust mässig gewölbt. Percussionsschall rechts vorn oben und hinten oben bis nahe zum Angul. Scapulae geringfügig gedämpft; weiter abwärts zunehmende merkliche Dämpfung, daselbst abgeschwächter Fremitus. Ueberall vesiculäres Athmen, rechts oben mit etwas Rasseln, rechts, besonders an den unteren Partien, überall leiser als links. Spitzenstoss im 6. I. C. R. etwas nach innen von der Mammillarlinie. Herztöne sehr leise, rein. Puls 84, etwas klein, Arterie ziemlich leer, wenig gespannt.

Erst am 24. Sept. beginnt Pat. die ihr von mir angerathene Kur, bestehend in täglichen Einathmungen comprimirter Luft und Inhalationen von Tannin (0,5 pCt.) mit Carbolsäure (0,1 pCt.). Gegen die Diarrhoe verordne ich ihr: Tinct. Ferri chlorat. aeth., Tinct. Valerian ana 7,5, Tinct. Opii simpl.. Tinct. Strychn. aeth. ana 2,5, 3mal täglich 30 Tropfen.

Beim Beginn der Behandlung noch Status idem wie am 4. Septbr. Inspirationskraft 20 Mm., Exspirationskraft 30 Mm., sowohl bei langsamer tiefer Inspiration wie bei Einschaltung eines Hahns mit forcirter Athmung. Vitalcapacität 1300 Ccm.

4. Nov. 1879. Kein Husten mehr, keine Dyspnoë. Diarrhoe geschwunden. Vollkommenes Wohlbefinden, gutes Aussehen. Keine Spur von Dämpfung mehr nachweisbar, überall reines, mässig lautes vesiculäres Athmen.

Am 8. Nov. Status idem. Vitalcapacität 1800 Ccm. Inspirationskraft bei langsamer Athmung oder eingeschaltetem Hahn 70 Mm., Exspirationskraft 60 Mm. Wegen dieses Zurückbleibens der Exspirationskraft gegen die Inspiration lasse ich nun noch die Pat. einige Tage auch in verdünnte Luft ausathmen. Da sie sich indess vollkommen gesund fühlt und auch die Untersuchung der Brust keine Abnormität mehr ergiebt, finde ich keinen genügenden Grund, sie noch länger zurückzuhalten, und sie reist am 10. Nov. in ihre Heimath.

71. Pleuritische Schwarte. 25. März 1879. Sl., Feuerwerker, 26 Jahre alt. Früher immer gesund. Erkrankte im October 1877 an Pleuritis und lag 10 Monate an derselben im Lazareth. Zweimal wurde er daselbst punctirt, und angeblich sollen 1400 und 800 Grm. klare Flüssigkeit dabei entleert worden sein. Vor 6 Wochen wurde er von neuem punctirt, ohne dass dabei eine Flüssigkeit entleert wurde. Seit dem Beginn seiner Krankheit klagt Pat. über Athemnoth. Er sieht blass aus, ist sehr matt und geräth bei leichten Anlässen in Schweiss. Die gesammte linke Brustseite bleibt bei tiefer Inspiration gegen die rechte zurück, unten erweitert sie sich überhaupt kaum.

Links überall vorn, hinten und seitlich von oben nach unten zunehmende Dämpfung, unterhalb der Scapula totale Dämpfung. Fremitus links überall, besonders aber an den unteren Partien, abgeschwächt. Ueberall am Thorax vesiculäres Athmen, rechts laut, links leise, besonders leise an den untersten Partien, dagegen nur vorn links oben verschärft. Herz nach rechts verschoben; Herzstoss nahe dem Sternum im 4. I. C. R. Vitalcapacität 2000 Ccm. Inspirationskraft 130 Mm., Exspirationskraft 180 Mm.

Behandlung besteht nur in Einathmungen comprimirter Luft ($^1/_{60}$ bis $^1/_{48}$ Atm.-Druck).

28. April 1879. Pat. fühlt sich wesentlich kräftiger, sieht besser aus. Kurzathmigkeit wesentlich verringert, Pat. kann Treppen gut steigen. Die linke Brustseite ist bereits ziemlich gut beweglich.

An den oberen Partien des Thorax linkerseits vorn bis zum Herzen und hinten bis zum Angulus Scapulae bereits ziemlich sonorer Percussionsschall und lautes vesiculäres Athmen. Auch an den unteren Partien Schall nicht mehr total, aber immer noch merklich gedämpft, leises vesiculäres Athmen und abgeschwächter Fremitus daselbst. Spitzenstoss in der linken Parasternallinie im 5. I. C. R. sicht- und fühlbar. Vitalcapacität 2500 Ccm. Inspirationskraft 150 Mm., Exspirationskraft 182 Mm.

7. Mai 1879. Befindet sich vollkommen wohl. Keine Mattigkeit, keine Dyspnoë. Beide Thoraxseiten vorn vollkommen symmetrisch in der Ruhe und bewegen sich auch gleich ergiebig bei tiefer Inspiration. Percussionsschall vorn links genau eben so sonor wie rechts, eben so hinten oben und unten bis zum 8. Wirbel. Unterhalb des 8. — 9. Brustwirbels sowie in der Axillarlinie unterhalb der 6. Rippe besteht noch mässige Dämpfung, daselbst geringes Reibungsgeräusch und schon ziemlich lautes vesiculäres Athmen. Sonst links überall reines vesiculäres Athmen, so laut wie rechts. Herzgrenzen normal. Vitalcapacität 2600 Ccm. Inspirationskraft 150 Mm., Exspirationskraft 190 Mm.

72. Pleuritische Schwarte. 14. Januar 1874. Frau Smn., 25 Jahre alt. Immer schwächlich gewesen. Seit der Kindheit fast dauernd Husten, vor 2 Jahren besonders heftige Exacerbation desselben, worauf bald eine „Lungenentzündung“ (?) und Brustfellentzündung folgte. Es entwickelte sich ein eitriges Exsudat linkerseits, welches zweimal durch Thoracocentese entleert wurde. Husten ist geblieben, desgleichen starke Dyspnoë. Seit der Krankheit Foetor ex ore; der Auswurf ist jedoch geruchlos. Pat. ist ist im 5. Monat gravida. Sie findet sich im ganzen nicht sehr schwach. Appetit mässig, Stuhlgang retardirt. Schlaf vielfach durch Husten gestört.

Klein, mager. Die linke Seite der Brust bleibt bei tiefer Inspiration etwas gegen die rechte zurück. Ueberall linkerseits vorn und hinten ist der Percussionsschall mässig gedämpft. Das Athmungsgeräusch daselbst ist sehr leise vesiculär, hier und da Reibungsgeräusch. Rechts überall sehr lautes vesiculäres Athmen. Herzstoss in der linken Parasternallinie im 6. Intercostalraum. Herztöne rein. Puls ziemlich klein, leer, wenig gespannt, 108. Vitale Lungencapacität 1050 Ccm. Inspirationszug 30 Mm. Exspirationsdruck 44 Mm. [In diesem Falle ist das Inspirationshinderniss der pleuritischen

Schwarte so gross, dass es das durch die Gravidität bedingte Exspirationshinderniss überragt [1]).]

Die Behandlung besteht einzig und allein in täglichen Inspirationen comprimirter Luft.

12. Febr. 1874. Vollkommenes Wohlbefinden. Husten nur noch geringfügig, desgleichen Dyspnoë. Schlaf ungestört. Appetit vortrefflich. Blühendes Aussehen. Die linke Seite der Brust wölbt sich bei tiefer Inspiration fast eben so gut wie die rechte. Dämpfung besteht noch überall auf der linken Seite, aber in geringerem Grade als zuvor. Ziemlich lautes vesiculäres Athmen daselbst. Nur an den unteren Partien spärliches Reibungsgeräusch. Vitale Capacität 1250 Ccm. Inspirationszug 70 Mm. Exspirationsdruck 84 Mm.

21. März 1874. Beendigung der Kur. Vollkommenes Wohlbefinden. Hatte vor 8 Tagen wieder etwas stärkeren Husten, der jetzt wieder fast ganz geschwunden ist. Keine Spur von Dyspnoë, auch nicht beim Treppensteigen, trotz der vorgeschrittenen Gravidität. Kein Foetor ex ore. Puls voll, ziemlich gespannt, 90. Die linke Seite der Brust wölbt sich oben bei der Inspiration vollkommen eben so gut wie die rechte. An den oberen Partien der linken Seite ist nur noch eine geringfügige Dämpfung, dagegen eine mehr merkliche hinten unterhalb der Scapula wahrnehmbar. An dieser letzteren Partie ist das Athmungsgeräusch noch etwas leise, dagegen überall vorn und hinten oben laut. Spärliches Reibungsgeräusch noch ganz unten hinten am Thorax wahrnehmbar. Vitale Capacität 1400 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 105 Mm.

73. Empyem. Mrw., Actuar, 27 Jahre alt, war als Kind schon sehr schwächlich und machte ausser Masern auch Scharlachfieber mit nachfolgender Wassersucht und einen heftigen Keuchhusten durch. Im August 1863 erkrankte er an linksseitiger Pleuritis, welche ein eitriges Exsudat setzte. Im December desselben Jahres scheint ein Durchbruch in die Bronchien erfolgt zu sein, denn Pat. bekam plötzlich einen quälenden Husten mit enorm reichlichem eitrigen Auswurf. Im April 1865 stockte der Eiterauswurf, und es bildete sich eine Geschwulst in der linken Brustseite, die durch wochenlang fortgesetzte warme Umschläge zum Aufbruch reif gemacht und durch eine leichte Incision geöffnet wurde. Es ergoss sich eine reichliche Eitermasse aus der Tiefe. Es blieb nun eine Fistel bestehen, aus welcher sich andauernd Eiter in grosser Menge entleerte; durch Druck auf den Rücken konnte Pat. den Eiterausfluss beschleunigen. Im Winter 1867/68 stellte sich Husten, der seit 1865 gänzlich sufgehört hatte, von neuem ein und gleichzeitig Verminderung des Eiterausflusses aus der Fistel. Indess dauerte der Eiterausfluss eben so ununterbrochen fort, wie Husten mit eitrigem Auswurf, bald der eine bald der andere überwiegend. Im October 1871 nahm der eitrige Auswurf in erheblichem Grade zu, und der bereits auf's äusserste abgemagerte und hinfällige Pat. erreichte nunmehr so wie in der darauf folgenden Zeit den höchsten Grad der Entkräftung. Es folgte nunmehr eine Zeit, in welcher hin und wieder der Auswurf gänzlich stockte und dafür ein reichlicher Ausfluss aus

1) Vergl. S. 82, 99.

der Fistelöffnung erfolgte, zu anderen Malen wieder der letztere ganz versiegte und ersterer sehr copiös wurde. Im Frühjahr 1872 heilte die Fistelöffnung zum ersten Male ganz zu, öffnete sich aber nach acht Tagen wieder und entleerte ausser dem Eiter eine „wasserhelle stinkende Flüssigkeit". Bis dahin war Eiter und Sputum geruchlos gewesen; von nun an hatte beides häufig einen üblen Geruch und der Auswurf einen fauligen Geschmack. Nunmehr heilte die Wunde zum öfteren zu, um bald wieder von neuem aufzubrechen. Vom Herbst 1872 an geschah dies mit einer gewissen Regelmässigkeit etwa alle 4 Wochen. War die Wunde zugeheilt, so war Husten und Auswurf reichlicher, die Oppression vermehrt. Im Sommer 1873 steigerte sich der Husten häufig zu einer so enormen Heftigkeit, dass Pat., an Leiden gewöhnt, dennoch dieselben häufig nicht überleben zu können glaubte. Daneben wurde der Gestank, welchen der Kranke ex ore und aus dem abfliessenden Eiter verbreitete, so penetrant, dass es Ueberwindung kostete, in seiner Nähe zu verweilen. Appetit ziemlich gut. Stuhlgang ziemlich regelmässig, häufig diarrhoisch.

Am 20. Juli 1873 consultirte mich Pat. zum ersten Male. Leichenblasses Aussehen. Höchster Grad der Abmagerung. Kolbige Finger. Starker Foetor ex ore und Foetor der Sputa. Beträchtliche objective und subjective Dyspnoë. Pat. hat beim Stehen und Gehen eine auffallend schiefe Haltung, mit Beugung nach links. Der Thorax ist stark deform; die linke Seite auffallend eingezogen, nur an den untersten Partien erweitert, bei der Inspiration sich nicht im mindesten ausdehnend. In der linken Parasternallinie im 6. Intercostalraum befindet sich eine Fistelöffnung, aus der sich dünnflüssiger stinkender Eiter durch Druck auf die linke Thoraxseite entleeren lässt. Das Herz ist sehr beträchtlich nach rechts verschoben; Spitzenstoss in der rechten Parasternallinie im 6. Intercostalraum, Herzdämpfung bis zur rechten Mammillarlinie reichend. Der Percussionsschall ist auf der ganzen linken Seite von oben bis unten total gedämpft; vorn links von der 2. bis 4. Rippe ist er von exquisit metallischem Klang und sehr hoch, besonders bei geöffnetem Munde; zugleich Schallhöhenwechsel. Hier sind bei der Auscultation metallisch klingende, laute Rasselgeräusche und amphorisches Athmen hörbar, sonst überall links sehr leises vesiculäres Athmen.

Ich rieth zunächst dem Pat., sich in eine chirurgische Klinik zu begeben, damit eine grössere Incision, wenn nothwendig mit Resection eines Rippenstücks, gemacht werde. Pat. ging zwar in die Klinik; aber nach längerer Beobachtung daselbst wurde die Operation für nicht opportun gehalten und Pat. wieder entlassen.

Am 19. November 1873 wendet sich der Pat. von neuem an mich, und ich nahm ihn nunmehr in Behandlung. Objectiver Befund wie im Juli. Die subjectiven Beschwerden sind indess vermehrt, namentlich ist der Husten heftiger geworden. Die Fistelöffnung ist seit drei Wochen geschlossen.

Vitale Capacität 1250 Ccm. Inspirationszug 50 Mm. Exspirationsdruck 80 Mm.

Offenbar bestand in diesem Falle eine Communication des Pyothorax mit den Bronchien. Dies liess sich später noch sicherer dadurch erweisen, dass Pat. nach Einspritzung von Carbolsäure in die Fistelöffnung durch hef-

tigen Husten eine wässerige, deutlich nach Carbolsäure schmeckende und riechende Flüssigkeit expectorirte. Auch wenn er Kamillenthee injicirte, warf er kurz nachher eine schaumige, gelbbraune, deutlich nach Kamillenthee schmeckende Flüssigkeit aus. Höchst wahrscheinlich bestand an der vorderen Thoraxseite, dort wo sich metallischer Percussionsschall und metallisches Rasseln zeigte, ein Hohlraum, welcher mit den Bronchien communicirte und auch mit der Pleurahöhle in Verbindung stand, wenn nicht dieser Hohlraum selbst von einem abgesackten lufthaltigen Pleuraraum gebildet war.

Die Behandlung bestand zunächst in Einathmungen comprimirter Luft. Aufgabe derselben sollte sein: mechanische Erweiterung der comprimirten Lunge, mechanische Beförderung der Eiterentleerung nach aussen. Ausserdem liess ich eine Lösung von Tannin mit Carbolsäure (Acid. tannic. 2,5, später bis 5,0. Acid. carbol. 1,0. Aq. 500,0) inhaliren und später (vom Januar 1874 an) noch die Fistelöffnung regelmässig mit Carbolsäurelösung ausspritzen. Innerlich Leberthran.

Bald nach dem Beginn der Behandlung öffnete sich die Fistelöffnung. Dieselbe blieb, nachdem sie sich auf kurze Zeit wieder geschlossen, volle zwei Monate offen, anfangs sehr reichlichen, später immer weniger Eiter entleerend. Mitte Februar heilte die Fistelöffnung trotz täglicher Einspritzungen und trotz versuchter Erweiterung mittelst Laminaria wieder zu, öffnete sich wieder anfangs März, schloss sich Ende des Monats von neuem und brach anfangs April wieder auf. Pat. befand sich bei offener Fistel stets wohler, als wenn sie geschlossen war: Oppression, Husten und Auswurf waren dann geringer, auch der Auswurf weniger stinkend.

Im ganzen hatte der Foetor ex ore und der Foetor der Sputa (durch die Carbolsäure-Inhalationen) bereits sehr wesentlich abgenommen, noch bevor ich mit den Carbolsäure-Injectionen in die Pleura begann. In Folge dieser letzteren wurde endlich der Foetor auch des ausfliessenden Eiters so gering, dass man unbelästigt in der Nähe des Kranken verweilen konnte. Zeitweise freilich war wieder mehr Foetor wahrnehmbar.

Husten und Auswurf nahmen entschieden ab, steigerten sich aber zeitweise wieder, ohne dass die jedesmalige Exacerbation mehr als einige Tage anzuhalten pflegte. Auch der Eiterausfluss aus der offenen Fistelöffnung wurde spärlicher; nur wenn dieselbe einige Zeit geschlossen gewesen war, floss wieder eine reichlichere Menge aus. Während der Inspirationen comprimirter Luft bemerkte Pat. meist ein reichlicheres Ausfliessen des Eiters, welches durch gleichzeitigen Druck auf die linke Seite befördert wurde; indess war dies nicht immer mit Sicherheit nachweisbar. Das Ausfliessen des Eiters suchte ich noch dadurch mit Erfolg zu befördern, dass ich den Kranken häufig am Tage nach tiefer Inspiration den Valsalva'schen Versuch ausführen und dabei mit der Hand einen Druck auf die linke Seite ausüben liess.

In der That liess sich mit einigen Unterbrechungen eine stetige Verminderung des Eiters im Pleurasack und eine zunehmende Ausdehnung und Functionirung der früher comprimirten Lunge mittels Percussion und Auscultation constatiren. Am 30. April 1874, als Pat. von Berlin abreiste, bestand nur noch am Rücken unterhalb der Scapula und in einer entsprechenden Höhe der Axillarlinie gedämpfter Schall; oberhalb war der Schall, wenn auch nicht

so vollkommen sonor wie auf der gesunden Seite, im ganzen doch nur unbedeutend gedämpft. Vorn links zwischen der 2. und 4. Rippe einerseits, der Parasternal- und Mammillarlinie andererseits war noch metallischer Percussionsschall mit Schallhöhenwechsel vorhanden und daselbst amphorisches Athmen und klingendes Rasseln hörbar. Sonst war überall auf der linken Seite, die untersten Partien des Thorax ausgenommen, lautes vesiculäres Athmen hörbar. Das Herz ist näher seiner normalen Lage gerückt; seine Pulsation ist von der linken bis zur rechten Parasternallinie sicht- und fühlbar, Herzdämpfung reicht nicht über die rechte Parasternallinie hinaus. Puls 100, noch ziemlich klein und weich. Aussehen und Kräftezustand zwar entschieden besser als zuvor, aber immer noch wenig befriedigend. Am meisten erfreulich für den Patienten ist die von ihm gemachte Wahrnehmung, dass seine Kurzathmigkeit entschieden nachgelassen hat, und er mit weniger Beschwerden Treppen zu steigen vermag.

Am 20. Februar, später nicht vermehrt, vitale Capacität 1600 Ccm.; Inspirationszug 90 Mm.; Exspirationsdruck 110 Mm. Pat. soll den Sommer auf dem Lande zubringen und sowohl die Inhalationen als auch die Injectionen fortsetzen.

Hierher gehören ferner mehrere unter Emphysem, Phthisis und chronischer Pneumonie mitgetheilten Fälle (Fall 10, 35, 43, 52).

Die günstige Wirkung der Einathmungen comprimirter Luft bei den Residuen der Pleuritis wurde von allen Autoren, welche die pneumatische Behandlungsmethode gegen dieselben anzuwenden Gelegenheit hatten, bestätigt, so von Sieffermann, Biedert, Schnitzler, Knauthe, Geigel und Mayr, Lambert (Lépine), Cron, Amati, Schreiber u. a. Vornehmlich erwähne ich Kelemen, welcher in einem Falle von Empyem ohne Thoracocentese allein durch Einathmung comprimirter Luft Heilung erzielte. Die comprimirte Luft manifestirte hier — in Folge ihrer Wirkung auf das Herz und die Blutcirculation (vergl. oben p. 289) — einen bedeutenden Einfluss auf die Diurese.

Es handelte sich in dem Falle von Kelemen um ein linksseitiges pleuritisches Exsudat, dessen eitrige Natur durch die Punction mit der Pravazschen Spritze festgestellt war, und welches bereits acht Monate lang ohne Veränderung seiner Grenzen, allen Mitteln trotzend, bestanden hatte. Die Einathmungen comprimirter Luft, welche nunmehr angewendet wurden, erzielten innerhalb ca. 2 Monate die Resorption des Exsudats, und zwar hielt die percussorisch nachweisbare Abnahme des Exsudats gleichen Schritt mit einer zunehmenden Steigerung der Harnsecretion. Während die tägliche Durchschnittsmenge des vor der pneumatischen Behandlung gemessenen Harns 1291 Ccm. betrug, stieg, obgleich alle die Harnsecretion sonst vermehrenden Einflüsse sorgfältig ferngehalten wurden, sofort nach Beginn der Behandlung, die Harnmenge in der ersten Woche auf 1939 Ccm. im Durch-

schnitt, in der zweiten auf 2286, in der dritten auf 2363 und sofort bis auf ca. 2600 Ccm. Mit noch weiter fortgesetzter Behandlung, nunmehr unter Zuhülfenahme des oben (p. 408) erwähnten Hülfsmittels, des Liegens auf der gesunden Seite beim Einathmen der comprimirten Luft, wurde auch die Athmungsfähigkeit der früher comprimirten Lunge vollständig wieder hergestellt, wie sich durch die Spirometrie, Pneumatometrie und durch die Messung des Thorax-Umfangs feststellen liess. Acht Tage nach Schluss der Behandlung war die Urinmenge, welche in der letzten Woche über 2500 Ccm. im Durchschnitt betragen hatte, wieder auf 1562 Ccm. reducirt — ein neuer Beweis dafür, wie direct unter dem Einfluss der comprimirten Luft die Diurese gesteigert worden war.

Stenose des Larynx.

In betreff der Stenosen des Larynx und der Trachea verweise ich auf S. 375. Hier will ich nur zwei an sich interessante Fälle mittheilen. Namentlich der erste derselben nimmt nicht allein durch die in Folge der Behandlung herbeigeführte Heilung, sondern ganz besonders auch durch den gesammten Krankheitsverlauf ein ganz besonderes Interesse in Anspruch. Er gehört zu denjenigen, die mir mit am meisten Freude gemacht haben. Die comprimirte Luft hat hier freilich am Anfang nur symptomatisch gewirkt, hat es aber allein möglich gemacht, dass eine Tracheotomie erspart wurde. Im weiteren Verlauf wirkte sie auf die Lungenverdichtungen mit vorzüglichem Erfolge ein.

74. Stenosis laryngis syphilitica. Infiltratio pulmon. 26. Mai 1874. Frl. Bl., 32 Jahre alt. Vor 10 Jahren Ulcus syphiliticum mit secundären Erscheinungen im Halse und auf der Haut. Damals (Quecksilber-?) Pillen und Jod gebraucht. Seit $^3/_4$ Jahren Beschwerden im Halse, seit 6 Monaten Heiserkeit, allmälig sich verstärkend und in vollkommene Aphonie übergehend. Seit 8 Wochen Husten, aufsteigende Hitze, zunehmende Mattigkeit, sehr bleiches Aussehen. Seit mehreren Wochen (wie lange? wird nicht genau angegeben) starke Dyspnoë, sich täglich zu einem höheren Grade steigernd und mit lautem Stridor beim Athmen verbunden.

Als Pat. am 26. Mai 1874 in meine Behandlung kam, bot sie die Zeichen hochgradigster Stenosis laryngis: Stridor sehr laut und Dyspnoë äusserst heftig; so dass ich die Nothwendigkeit einer bald zu vollziehenden Tracheotomie stets vor Augen behielt. In der That war der Pat. an dem Tage, bevor sie zu mir kam, von einem bewährten inneren Kliniker die sofortige Tracheotomie als einziges Rettungsmittel empfohlen worden, die sie aber verweigerte.

Die laryngoscopische Untersuchung ergiebt: hintere Larynxwand stark geschwollen, zerklüftet, ulcerirt, mit gelblich weissem Belag. Beide Stimmbänder, und zwar das rechte mehr als das linke, hochgradig verdickt, gleich-

falls ulcerirt, mit demselben Belag. Die verdickten Stimmbänder sind weder bei der Inspiration noch bei der Exspiration in irgend wie ausreichendem Masse beweglich und bilden demgemäss einen ziemlich starren Ring, die Stenose, durch welche die Luft nur mit Mühe und geräuschvoll durchdringt. Hals- und Nackendrüsen ziemlich stark angeschwollen, etwas auch die Cubitaldrüsen. An der Haut nichts abnormes, ausser zahlreichen braunen Flecken an der Brust, nach Baunscheidtismus zurückgeblieben. Geringe Abmagerung. An beiden oberen Lungenlappen deutliche Dämpfung. Die Auscultation ist durch den Stridor gestört.

In diesem Falle war offenbar die Lungenverdichtung secundär nach der Laryngitis syphilitica aufgetreten, wie ich dies in anderen Fällen gleichfalls beobachtete, wahrscheinlich bedingt durch herabgeflossenes Secret [1]).

Die Behandlung besteht in sofortiger Inspiration comprimirter Luft, täglich fortgesetzt; in vierwöchentlichem Gebrauch von Hydrargyrum jodatum, täglichen Inhalationen und Touchirungen mit Sublimat und Insufflationen von Calomel in den Kehlkopf, bei heftigem Husten Morphin mit Aqua Laurocerasi.

Die Besserung schreitet continuirlich bis zur vollkommenen Heilung vor. Schon am ersten Tage wird die Dyspnoë durch die comprimirte Luft wesentlich gemildert, desgleichen in den folgenden Tagen. Der Stridor kommt immer seltener und ist nach kaum acht Tagen gänzlich verschwunden; von dieser Zeit an fehlt jede Spur von Dyspnoë. Die Ulceration und die Schwellung an den Stimmbändern und der hinteren Larynxwand bessern sich allmälig, und die Bewegung der Stimmbänder wird wieder normal. Die Stimme erscheint wieder, anfangs heiser, allmälig immer reiner werdend. Bereits Ende Juli sieht der Kehlkopf bis auf geringe Verdickung der früher afficirten Partien vollkommen normal aus, Stimmbandbewegung ganz ungehindert. Auch der Husten nimmt allmälig ab und ist schon Ende Juni auf ein Minimum reducirt. Pat. nimmt an Fleisch und Kräften zu und fühlt sich so gesund wie je zuvor.

Am 11. August: Keinerlei subjective Beschwerden mehr. Keine Spur von Dyspnoë. Seit 6 Wochen nicht der mindeste Husten. Pat. sieht voll, kräftig, ja selbst blühend aus, spricht mit lauter, klarer Stimme. Larynx vollkommen gesund. In den Lungen keine Dämpfung mehr wahrnehmbar, ausser nur noch an einer sehr beschränkten Stelle in der Fossa supraspinata dextra, wo auch das vesiculäre Athmen von einem verlängerten Exspirationsgeräuch begleitet ist; sonst überall reines vesiculäres Athmen.

Am 30. August: Beendigung der Kur. Pat. ist vollkommen gesund. Auch in der Fossa supraspinata dextra ist keine Dämpfung mehr wahrnehmbar. (Die Lungencapacität und die Athemkraft ist in diesem Falle leider nicht gemessen worden. Anfangs wollte ich die Pat. mit der Messung verschonen, weil sie sehr angegriffen und dyspnoëtisch war. Durch diese Unterlassung

1) Vergl. Waldenburg: Die Tuberculose, die Lungenschwindsucht und Scrofulose etc. S. 498; ferner Waldenburg: Die locale Behandlung der Krankheiten der Athmungsorgane etc. 2. Aufl. S. 326.

fehlte jeder etwaigen späteren Messung der richtige Massstab der Beurtheilung, und sie unterblieb deshalb gleichfalls.)

In diesem Falle hat die comprimirte Luft eine doppelte Wirkung entfaltet: Zunächst wirkte sie in den ersten Tagen nur palliativ antidyspnoëtisch und gewährte dadurch der antisyphilitischen, mercuriellen — sowohl allgemeinen als localen — Behandlung Zeit, das örtliche Kehlkopfleiden zu bessern, sie ersparte auf diese Weise eine Tracheotomie. Sodann wirkte sie in der Folge radical gegen die Lungenverdichtung, und ich glaube entschieden, dass ihr hauptsächlich die totale Beseitigung der Lungenaffection zuzurechnen ist.

75. Lähmung der Glottis-Erweiterer. (Paralysis Mm. crico-arytenoid. post.) Struma. 18. Febr. 1879. Hrwtz., Lehrer aus Russland, 32 Jahre alt. Leidet seit dem letzten Sommer an Athemnoth, die sich schon mehrfach zu Erstickungsanfällen gesteigert hat. Dabei auch Husten und seit ca. fünf Wochen etwas Heiserkeit. Pat. war vom November bis jetzt in einem Krankenhause, ohne irgend welche Erleichterung zu finden. Seit Jahren besteht ein doppelseitiger Kropf, der aber in letzter Zeit nicht gewachsen, eher sich verkleinert haben soll. Die laryngoscopische Untersuchung ergiebt: Geringe Schwellung und Röthung der Stimmbänder, welche bei der Phonation gut schliessen, dagegen bei tiefer Inspiration die Glottis nicht zu öffnen vermögen; im Gegentheil tritt bei dem Versuche einer tiefen Inspiration anstatt des Auseinanderweichens eine schlaffe Annäherung beider Stimmbänder gegen einander ein. Brust gut gebaut. Geringfügige Dämpfung beiderseits in der Infraclaviculargrube neben dem Sternum; überall vesiculäres Athmen.

Die Behandlung besteht in der äusseren Application des constanten galvanischen Stromes zu beiden Seiten des Schild- und Giessbeckenknorpels, theilweise auch auf die Struma und auf den oberen Theil der Brust, Aufpinseln von Tinctura Jodi auf die Gegend des Kropfes und täglichen Inspirationen comprimirter Luft. Letztere schafft bei jedesmaligem Gebrauch sofortige Erleichterung der Dyspnoë.

Am 2. März 1879 ergiebt die laryngoscopische Untersuchung normale Verhältnisse im Kehlkopfe. Die Glottis erweitert sich ergiebig bei tiefer Inspiration. Keine Beklemmung mehr. Erstickungsanfälle seit der Behandlung nicht vorhanden.

Da die Lähmung, an welcher Pat. gelitten, mit Wahrscheinlichkeit auf einen Druck der Struma auf die entsprechenden Nervenbündel zurückgeführt werden durfte, so war eine energische Behandlung der Struma indicirt, und ich entschloss mich zur Electrolyse. Am 13. März erster Versuch derselben. (10—15 kleine Zinkkohlenelemente, auf 20—25 gesteigert.) Die Nadel wird in die linksseitige Struma eingestochen; Pat. äussert während des Versuchs nur unbedeutende Schmerzen. Nach dem Herausziehen der Nadel fühlt sich Pat. sehr matt und kann nur mit Mühe sprechen. Die laryngoscopische Untersuchung ergiebt eine complete linksseitige Recurrens-Paralyse. Dieselbe dauert Tage lang an. Erst am 17. März lässt sich wieder eine geringe Bewegung des linken Stimmbandes bei der Inspiration und Phonation constatiren. Von der Fortsetzung der electrolytischen Behandlung wird Abstand genommen und zur Anwendung des constanten Stromes und Jod-Pinselungen

zurückgekehrt. Die Besserung macht Fortschritte. Am 1. April reist Pat. ab. Athembeschwerden sind seit dem 2. März nicht wiedergekehrt, die Glottiserweiterer functioniren normal.

Was andere Autoren, die ähnliche Beobachtungen machten, betrifft, so erwähne ich Schnitzler, ferner eine von Biedert erwähnte Mittheilung Gerhardt's, und ganz besonders verweise ich auf einen von Schreiber (vergl. p. 376) auf Naunyn's Klinik beobachteten Fall von Lähmung der Glottiserweiterer.

Herzkrankheiten.

Die Wirkung der comprimirten Luft bei Erkrankungen der linken Herzhälfte, namentlich bei Insufficienz der Mitralklappe und Stenosis ostii venosi sinistri, habe ich bereits ausführlich erörtert (pag. 380 ff.), und brauche hier nicht noch einmal darauf zurückzukommen. Ich will mich damit begnügen, einige der prägnantesten Fälle zu referiren, in welchen die Inspiration comprimirter Luft theils eclatante palliative, theils nachhaltige Erfolge erzielte. Von besonderem Interesse sind einige Fälle, in welchen unter dem Gebrauche der comprimirten Luft, nicht nur, wie dies grösstentheils zu beobachten, die Harnsecretion sich vermehrte (Rosenstein), sondern auch das Eiweiss aus dem Urin schwand. Ferner möchte ich ganz besonders auf diejenigen Beobachtungen (No. 83 und 84) die Aufmerksamkeit lenken, in welchen ich durch die Messung des Pulses die auffällig günstigen Veränderungen der Circulation zahlenmässig habe feststellen können. Zugleich verweise ich hier noch einmal auf die Arbeit von Haenisch und den darin mitgetheilten, mit Pulscurven versehenen Fall. Dass die Wirkung der pneumatischen Therapie bei Herzfehlern zunächst nur eine die Function verbessernde, keine das organische Leiden heilende ist, habe ich oben (p. 380 ff.) zur genüge entwickelt, eben so aber auch, dass es in der That nicht das organische Leiden als solches, sondern nur die durch dasselbe gestörte Function der Blutcirculation ist, welche die Beschwerden der Pat. und die schweren Folgezustände hervorruft. Vermögen wir also, die Functionirung des Circulationsapparats, trotz des Herzfehlers, zu verbessern oder selbst die normale Function annähernd zu erreichen, so haben wir alles gewonnen, was zu ermöglichen ist. Ist die Wirkung ferner auch nur eine zeitweise, so

steht es doch auch bei uns, immer von neuem wieder das Heilmittel anzuwenden, abgesehen davon, dass wir durch passende Lebensweise den Kranken vor Recidiven einigermassen werden zu schützen im Stande sein.

Ich habe oben (p. 387) angedeutet, dass in leichten Fällen von Stenose der Mitralklappe auch sogar die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass unter dem Einfluss der comprimirten Luft eine mechanische Erweiterung des stenosirten Ostiums durch allmälige Druckwirkung und hiermit eine Verbesserung selbst des organischen Leidens wohl denkbar ist. Zur Stütze dieser Ansicht möchte ich geltend machen, dass — freilich entgegen den herrschenden Anschauungen — auch spontane Besserungen von Stenose der Mitralklappe wohl zuweilen vorkommen, bewirkt durch die compensatorische Kräftigung der Herzmusculatur, namentlich des linken Vorhofs, welche durch den verstärkten Druck der durchzutreibenden Blutsäule das Ostium allmälig mechanisch erweitert.

Einen in dieser Beziehung sehr interessanten Fall habe ich gemeinsam mit Herrn Collegen Abarbanell beobachtet. Er betrifft den Sohn eines verstorbenen Collegen, welcher in den Jahren 1868 und 74 im Alter von 7 und 13 Jahren einen acuten Gelenkrheumatismus durchgemacht hatte. Ich sah ihn zuerst zusammen mit Herrn Collegen Abarbanell im Mai 1875. Damals waren sehr stürmische Erscheinungen von Seiten des Herzens, die für das Leben des Kindes sehr besorgt machten. Es bestand lautes präsystolisches Aftergeräusch, nebst den übrigen bekannten Symptomen der hochgradig gestörten Blutcirculation. Am 10. Jan. 1878 stellte mir der Herr College den nunmehr 17jährigen jungen Mann vor. Er ist für sein Alter sehr kräftig, ist frei von jedweden Beschwerden. Puls ziemlich voll, gross und gespannt. Die Untersuchung weist eine Hypertrophie und Dilatation des rechten Ventrikels und linken Vorhofs, vielleicht auch des linken Ventrikels (die Herzdämpfung war zwar L. O. besonders erweitert, überschritt aber auch L. U. um ein weniges die Mammillarlinie) nach. Spitzenstoss an der normalen Stelle, von guter Resistenz. Ueberall reine, laute Herztöne, über der Pulmonalis- und Aorta zweiter Ton verstärkt; präsystolisches Aftergeräusch so leise, dass es nur noch mit Mühe wahrnehmbar ist. Hätten wir nicht gewusst, dass ein solches Geräusch, und zwar früher sehr laut, bestanden hat, wir würden es vielleicht gar nicht mehr entdeckt haben. Hier hat also der vergrösserte Herzmuskel nicht bloss die fehlerhafte Function compensirt, sondern höchst wahrscheinlich auch das stenosirte Ostium allmälig mechanisch erweitert, d. h. also auch das organische Leiden bessern helfen. Wäre die Stenose, wie sie war, geblieben, so läge kein Grund vor, weshalb das früher sehr laute Stenosengeräusch fast verschwunden sein sollte.

Was die Insufficenz der Aortenklappen betrifft, so habe ich (p. 388) bereits erörtert, dass bei ihr die comprimirte Luft

wegen der schon bestehenden übermässigen Spannung im Aortensystem seltener indicirt ist, und auch wo sie es wegen eingetretener Compensationsstörung ist, die Resultate keine sehr erheblichen und wenigstens keine nachhaltigen waren. Von den Ausathmungen in verdünnte Luft, nach dem Vorgange von Fenoglio (vergl. p. 368), habe ich in vereinzelten Fällen, in welchen die krankhaften Erscheinungen von der übermässigen Arbeit des hypertrophischen Herzens herrührten, mit einigem palliativen Nutzen Gebrauch gemacht.

Meine Anschauungen und Erfahrungen über die Wirkung der comprimirten Luft beim Fettherz habe ich bereits oben (p. 389) mitgetheilt. Ich verweise auf den weiter unten mitzutheilenden, im höchsten Grade überraschenden Fall (Fall 88). Nichts desto weniger muss ich nach wie vor gerade bei dieser Krankheit zur ganz besonderen Vorsicht mit der Anwendung des pneumatischen Apparats rathen.

Schliesslich möchte ich nicht unerwähnt lassen, dass ich auch in mehreren Fällen von nervösem Herzklopfen ohne nachweisbare objective Erkrankung, oder in Fällen von starkem Herzklopfen Hand in Hand gehend mit unregelmässigem kleinen Pulse (Delirium cordis) ohne nachweisbare Klappenfehler und ohne dass die Annahme eines Fettherzes wahrscheinlich war, günstige symptomatische Wirkungen durch die Einathmungen comprimirter Luft erzielte.

Bemerken möchte ich nur noch, dass ich bei meinen Beobachtungen den Eindruck gewann, dass es nicht zweckmässig sei, Herzkranke den pneumatischen Apparat zu lange hinter einander regelmässig gebrauchen zu lassen. Ich hatte die besten Resultate, wenn ich die Kur auf nur 4 bis höchstens 8 Wochen beschränkte und dann mehrere Monate pausiren liess, oder wenn ich nach eingetretener Besserung die comprimirte Luft nicht mehr täglich, sondern allmälig immer seltener gebrauchen liess. Diejenigen Kranken, welche sich selbst einen Apparat anschafften und meiner Controle entrückt, dem Grundsatz huldigten: „mehr hilft mehr“, hatten die am wenigsten günstigen Enderfolge.

Casuistik.

76. Insufficientia valvulae mitralis. Frl. Bkwsk., Näherin, 18 Jahre alt, kommt am 26. Juli 1877 auf meine Abtheilung in der Charité, welche sie

erst einige Wochen zuvor, nachdem sie einen acuten Gelenkrheumatismus mit Endocarditis mitralis daselbst durchgemacht, verlassen hatte. Sie klagt über Schmerzen in verschiedenen Gelenken der oberen und unteren Extremitäten, über Herzklopfen und Athemnoth. Sie ist von mittlerer Grösse, von mässig kräftigem Körperbau, guter Musculatur, ziemlich reichlichem Fettpolster. Brust gut gewölbt. Lungen nicht abnorm. Innere Herzgrenze reicht bis zur Mitte des Sternum, obere bis zum 3. Rippenknorpel, äussere wegen der Mamma schwer abzugrenzen. An der Herzspitze systolisches Aftergeräusch an Stelle des systolischen Tons, reiner diastolischer Ton; über den grossen Gefässen ist letzterer stark accentuirt. In den übrigen Organen nichts abnormes. Appetit und Stuhl gut. Menses regelmässig. Urin frei von Albumen. Pat. wird nach und nach mit den verschiedensten Mitteln behandelt: Jodkalium, Natr. salicyl., Tinct. Aconit., Digitalis, Einreiben mit Veratrinsalbe, Bäder und Einwicklungen. Die rheumatischen Schmerzen gehen und kommen, bald in dem einen, bald in dem anderen Gelenk besonders heftig hervortretend. Meist ist Pat. fieberlos; nur zuweilen erhebt sich die Temperatur über 38^0, am 13. Novbr. und 15. Decbr. bis auf $38{,}6^0$. Vom 16. Decbr. an bleibt sie fieberfrei. Beschwerden von Seiten des Herzens, Herzklopfen und Dyspnoë, bleiben die gleichen.

Am 28. Decbr. 1877. Beginn der pneumatischen Behandlung. (Insp. compr. Luft $^1/_{60}$ Atm.-Druck.) Daneben noch zum öfteren Digitalis, zuweilen auch Tinct. Valerian. und Castorei.

Am 23. Jan. 1878 verlässt Pat. die Charité. Sie ist von ihrem Rheumatismus genesen. Herzklopfen und Dyspnoë bestehen fort, aber sind gemildert. Puls ist voller, grösser, etwas gespannter und weniger frequent geworden. Vom 12. Novbr. bis zum 28. Decbr. sind Pulsfrequenzen notirt zwischen 92 und 124, vom 29. Decbr. an zwischen 72 und 84, nur am 1. und 2. Jan. je einmal 92 und 96. Bei der Entlassung aus der Charité Inspirationskraft 90 Mm., Exspirationskraft 80 Mm. (Vitalcapacität leider nicht notirt.)

Am 19. Febr. 1878 besucht mich Pat., um die pneumatische Behandlung, welche sie in der Charité begonnen, fortzusetzen. Kurzathmigkeit und Herzklopfen haben seit Anfang des Monats wieder erheblich zugenommen und machen Pat. arbeitsunfähig. Puls 84, klein, Arterie eng, wenig gespannt. Herzdämpfung reicht nach rechts bis 2 Ctm. nach aussen vom rechten Sternalrand, obere Grenze am 3. Rippenknorpel fast horizontal bis zur Mammillarlinie verlaufend, äussere Grenze diese nicht überschreitend. Sehr lautes systolisches Aftergeräusch an Stelle des systolischen Tons in der Gegend des Spitzenstosses, der im 5. I. C. R. nach innen von der M. L. fühlbar und nur schwer sichtbar ist, leises systolisches Aftergeräusch auch über der Aorta und nach der Pulmonalis fortgeleitet zu hören. Zweiter Pulmonalarterienton verstärkt. Vitalcapacität 1600 Ccm. Appetit schlecht, häufig Erbrechen.

Pat. gebraucht nunmehr, ausser zeitweise Tinct. Digital. mit Tinct. Aconiti ana, 3 Mal täglich 20 Tropfen, nur Einathmungen comprimirter Luft und zwar 18 Mal bis Mitte März, später bis Anfang Mai nur sehr unregelmässig und selten. Es tritt eine zwar langsame, aber doch merkliche Besse-

rung der Beschwerden ein. Am 9. Mai unterbricht Pat. die Kur und geht auf's Land.

Am 15. Juli kehrt sie wieder. Die Beschwerden haben sich von neuem erheblich gesteigert, und Pat. ist zu keiner Arbeit fähig. Von neuem Beginn der pneumatischen Behandlung, welche Pat. mit vielen Unterbrechungen sehr unregelmässig, im ganzen 51 Mal bis zum November gebraucht. Beschwerden bessern sich auch jetzt wieder, aber nur sehr langsam, und mit häufigen intercurrenten Verschlimmerungen. Ende November treten wieder die früheren Klagen ein, und der Puls, der schon eine bessere Qualität angenommen hatte, wird wieder kleiner und leerer.

Am 26. Dec. 1878 von neuem pneumatische Behandlung; wiederum kommt Pat., und zwar auf meine directe Anordnung, in grösseren Pausen, und zwar etwa 2 Mal wöchentlich bis Ende Februar. Auch dieses Mal Besserung der Dyspnoë und des Herzklopfens. Pat. kann wieder ihrer Arbeit nachgehen. Im Sommer schickte ich sie wiederum auf's Land. Bis zum December 1879 besucht mich Pat. noch zeitweise. Sie fühlt sich ziemlich wohl, klagt wenig über Herzklopfen und Athemnoth, arbeitet fleissig und durch ihr Leiden nicht mehr gestört.

Ihr Puls resp. ihre Radialarterien sind an Frequenz, Grösse, Füllung und Spannung dem Gefühle nach kaum noch von normalen Verhältnissen unterschieden. Objective Untersuchung des Herzens ergiebt Status idem.

Von Interesse ist die Pulsmessung, die ich bei dieser Kranken zwei Mal vorgenommen, und zwar das erste Mal vor ihrem Verlassen der Charité im Januar 1878, während sie sich relativ wohl befand und ihr Herzleiden gut compensirt war. Damals betrug der Arteriendurchmesser 4,30 Mm., d. i. kaum von der Norm abweichend, die Arterienspannung 190 Mm., die Pulsgrösse 0,05 Mm., der Blutumlaufsquotient 43 (d. h. sehr verzögerter Blutumlauf), die Pulskraft 3,25 Gr.-Mm. Ende November, zu einer Zeit, als sich das Befinden der Pat. von neuem verschlechtert und eine Compensationsstörung eingetreten war, war die Pulsfülle auf 2,80 Mm., die Pulsgrösse auf 0,03 herabgegangen, und der Blutumlaufsquotient hatte sich auf 47 vergrössert; die Spannung des Pulses und die Pulskraft waren trotzdem vermehrt, 283 Grm. resp. 6,60 Gr.-Mm. Letzterer Umstand beweist, dass trotz der inzwischen eingetretenen Störung eine Erhöhung der compensatorischen Arbeit, sei es noch vor Eintritt der Störung, sei es nachher zum Ausgleich derselben, sich dennoch ausgebildet hatte. In der That wurde, wie wir sahen, die Compensationsstörung bald wieder ausgeglichen, und es trat ein befriedigender Zustand ein.

77. Insufficientia valvul. mitral. et Bronchitis. 25. Novbr. 1873. Krs., Kantor und Lehrer, 50 Jahre alt, leidet seit 10 Jahren mit wenigen Unterbrechungen an chronischem, häufig exacerbirendem Muskel- und Gelenkrheumatismus; in den Jahren 1864, 1866, 1871, 1873 hatte er Rheumatismus articulorum acutus. Seit derselben Zeit besteht Husten, gleichfalls mit häufiger Exacerbation, seit dem April 1873 sich dauernd verschlimmernd. Herzklopfen und Athemnoth, schon früher häufig belästigend, ist seit dem April 1873 gleichfalls permanent geblieben und hat sich in den letzten 6 Wochen (seit

Anfangs October) zu dem höchsten Grade gesteigert. Pat. ist Tag und Nacht von der Dyspnoë heimgesucht, kann nicht das mindeste verrichten ohne Steigerung derselben zum unerträglichen; die ganze Nacht muss er meist aufrecht im Bette sitzen (Orthopnoë), ohne Schlaf und Ruhe zu finden, nur auf Minuten vermag er auf der linken Seite zu liegen, rechts und auf dem Rücken überhaupt nicht.

Als ich Pat., der mir vom Herrn Collegen San.-R. Dr. Liebert überwiesen war, am 25. Novbr. 1873 zum ersten Male sah, bot er das Bild der hochgradigsten subjectiven und objectiven Dyspnoë dar, so dass er nicht im Stande war, wenige Worte hinter einander zu sprechen. Ausserdem bestand auffällige Cyanose des Gesichts und der Hände. Puls ziemlich frequent, wenig gespannt, klein; Arterienrohr eng, geschlängelt. Brust stark ectatisch. Herzstoss im 6. Intercostalraum in einer breiten welligen Linie, nach aussen von der Mammillarlinie beginnend und nach innen von derselben hinüberreichend, sicht- und fühlbar, wenig resistent. Herzdämpfung abnorm breit, überragt um ca. 3,5 Ctm. die Mammillarlinie nach aussen, besonders verbreitert im oberen Umfange; auch Erweiterung der Herzdämpfung über die rechte Parasternallinie hinaus. Ueberall in der Herzgegend, am lautesten an der Herzspitze, hört man ein systolisches Aftergeräusch an Stelle des Tons. Pulmonalarterienton verstärkt. Ueber den Lungen überall vesiculäres Athmen und Pfeifen. Vitale Lungencapacität 1300 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 40 Mm..

Ich lasse den Kranken sofort comprimirte Luft inspiriren, worauf er eine unmittelbare Erleichterung fühlt, sichtlich auch die Dyspnoë sich vermindert, und der Puls etwas voller und härter wird. Der Gebrauch der comprimirten Luft wird nunmehr täglich fortgesetzt und mit so eclatantem Erfolg, dass von Tag zu Tag subjective und objective Dyspnoë nebst dem Herzklopfen sich vermindert, Pat. bald in der Nacht liegend zu schlafen vermag, dass auch der Husten nachlässt, der Puls wenig frequent, mässig voll und etwas gespannt erscheint, und auch die Cyanose weicht. Bereits nach 14 Tagen fühlt sich Pat. so wohl und kann so anhaltend ohne Dyspnoë sprechen, dass er seine Lehrthätigkeit wieder aufnimmt und ohne Anstrengung zu empfinden, täglich unterrichtet.

Pat. setzt die Kur bis zum April 1874 mit häufigen kürzeren oder längeren Unterbrechungen fort, welche grösstentheils durch intercurrenten exacerbirenden Muskelrheumatismus bedingt werden. Dyspnoë und Herzklopfen kehrt während des ganzen Winters nicht wieder, auch der Husten bleibt gemildert, exacerbirt aber im Frühjahr mit ziemlicher Heftigkeit. Der zunehmende Rheumatismus, welcher den Pat. an das Zimmer fesselt, bestimmt ihn, sich selbst einen pneumatischen Apparat anzuschaffen, wodurch ich ihn aus den Augen verlor.

Wie ich von dem behandelnden Herrn Collegen vernahm, steigerte sich später der Rheumatismus und zeitweise auch die Bronchitis, wodurch der Pat. immer mehr herunterkam. Im Sommer trat eine Gastro-Enteritis hinzu, an welcher der Kranke im August zu Grunde ging. Nach der Versicherung des Herrn Collegen Liebert war bis zum Tode des Pat. selbst bei der heftigsten Bronchitis niemals wieder eine auffallende Dyspnoë oder eine Klage über starkes Herzklopfen aufgetreten.

78. Insuff. valvul. mitral. 30. Jan. 1874. L., Stud. med., 23 Jahre alt. Ohne dass eine acute Krankheit ihm erinnerlich wäre, leidet Pat. seit 6 bis 7 Jahren an Herzklopfen, welches mit den Jahren zunahm und mit starker Dyspnoë sich verband. Vor 4 Jahren Haemoptoë, wobei etwa 1 Liter Blut auf einmal sich entleerte.. Seit einigen Tagen Haemorrhoidalblutungen, gestern auch etwas Haemoptysis, kein Husten. Pat. war immer schwächlich, mager und blass. Die Athemnoth ist so gross, dass Pat. nur langsam gehen und die Treppen mit Mühe steigen kann.

Status praesens. Pat. ist von grossem Wuchs, sehr mager, stark anämisch. Er hat eine eigenthümlich schiefe Haltung beim Stehen und Gehen, gleich einem scoliotischen; er hält die linke Körperseite concav nach unten gekrümmt und stützt hierbei häufig mit der linken Hand die Herzgegend. (Wahrscheinlich hat dies Bedürfniss, das Herz mit der Hand zu stützen, durch lange Jahre sich geltend machend, zu der schiefen Körperhaltung geführt.) Langer paralytischer Thorax. Herzpalpation sicht- und fühlbar im 6. Intercostalraum in einer Breite von ca. 3 Ctm., gleich weit nach aussen wie nach innen von der Mammillarlinie. Puls sehr klein, wenig umfänglich, weich, 96. Die Percussion ergiebt eine Ausdehnung der Herzdämpfung sowohl rechts um etwa 1 Ctm. nach aussen vom rechten Sternalrand, als auch links nach aussen von der Mammillarlinie um ca. 1 Ctm., besonders ist die obere Herzdämpfungsgrenze sehr nach links erweitert. An der Herzspitze hört man ein lautes systolisches Aftergeräusch, dasselbe weniger laut auch über der Aorta. Die Percussion der Lungen ergiebt leichte Dämpfung beiderseits oben im 1. Intercostalraum neben dem Sternum; daselbst hört man vesiculäres Athmen und sparsames Rasseln. Vitale Capacität 1550 Ccm. Inspirationszug 60 Mm. Exspirationsdruck 70 Mm.

Die Behandlung besteht einzig und allein in Inspirationen comprimirter Luft ($^1/_{60}$, später bis $^1/_{50}$ Atmosphärendruck); anfänglich auch innerlich Acid. sulfuricum dilutum.

Pat. gebraucht die Kur ziemlich unregelmassig und mit häufigen wochenlangen Unterbrechungen bis zum 13. Juli 1874. Während dieser Zeit bessern sich sämmtliche subjective Erscheinungen. Herzklopfen und Dyspnoë tritt immer seltener und später nur noch beim schnellem Gehen und Treppensteigen auf. Pat. sieht kräftiger und weniger blass aus. Die schiefe Körperhaltung tritt nur noch zeitweise und weniger auffällig hervor. Der Puls ist voller, gespannter, grösser, weniger frequent (im Durchschnitt 84—90) geworden. Percussion und Auscultation ergeben keine Veränderung; nur dass die Rasselgeräusche verschwunden sind. Am 13. Juli: Vitale Capacität 2000 Ccm. Inspirationszug 90 Mm. Exspirationsdruck 80 Mm.

Am 20. Decbr. 1874 kommt Pat. wieder zu mir. Er hat sich während der ganzen Zeit vollkommen wohl befunden, weder Herzklopfen noch Athemnoth verspürt. Fühlt sich kräftig. Er gebraucht die comprimirte Luft mit häufigen Unterbrechungen weiter bis Ende Februar, aber nur wöchentlich 2—3 Mal. Befinden während des ganzen Winters vollkommen ungestört. Keinerlei Klagen. Gutes Aussehen. Ziemlich gute Körperhaltung. Haemoptysis ist nicht wiedergekehrt.

15. März 1875. Untersuchung der Brust: Herzstoss etwas nach aussen

von der Mammillarlinie bis zu dieser hin im 6. Intercostalraum, ein wenig resistent. Innere Herzdämpfungsgrenze reicht bis zu 3 Ctm. nach rechts vom rechten Sternalrand, äussere Grenze 2 Ctm. nach aussen von der linken Mammillarlinie. Lautes systolisches Aftergeräusch unverändert wie früher. In den Lungen keine Dämpfung mehr nachweisbar. Reines vesiculäres Athmen. Puls ist voller, grösser und gespannter als zuvor, wenn auch immer noch nicht, wie es scheint, der Norm entsprechend. Vitale Capacität 2300 Ccm. Inspirationszug 90 Mm. Exspirationsdruck 86 Mm.

79. Insufficientia valvul. mitral. Haemoptysis. 20. Nov. 1874. Pn., Stud. theol., 24 Jahre alt, vom Herrn Oberstabsarzt Dr. Heck in Bromberg mir überwiesen. Im 13. Lebensjahre in Folge einer Erkältung bei einem Eiseinbruch zum ersten Male Rheumatismus articulorum acutus. Dieselbe Erkrankung, bald mehr bald weniger heftig, wiederholte sich in den folgenden Jahren zum öfteren, am heftigsten im Jahre 1869, von welcher Zeit an die Beschwerden am Herzen auftraten. Dieselben äusserten sich in starkem Herzklopfen, Schmerzen in der Herzgegend und Luftbeklemmung, und verstärkten sich besonders bei Aufregungen und schnellen Bewegungen. Ausserdem kehrten die rheumatischen Gelenkschmerzen häufig wieder, sich zuweilen so steigernd, dass Pat. fieberte und bettlägerig wurde. Es wurde dem Pat. eine Fontanelle am Arme gelegt; seitdem liessen die rheumatischen Beschwerden nach und kehrten in der früheren Heftigkeit nicht wieder, nur noch bei Witterungswechsel macht sich leichtes Reissen in den Gelenken bemerklich. Die Schmerzen in der Herzgegend liessen gleichfalls ein wenig nach, blieben aber noch bis zum heutigen Tag sehr quälend. Desgleichen blieb das Herzklopfen und die Athemnoth unverändert bestehen. Im Jahre 1872 machte Pat. einen Flecktyphus durch, und $^1/_4$ Jahr später, als er sich noch kaum davon erholt hatte, bekam er eine Haemoptoë, wobei er etwa 1 Liter Blut entleerte. Seitdem wiederholte sich die Haemoptoë häufig, aber nicht so hochgradig wie damals. Kurz vor Weihnachten 1873 trat jedoch die Haemoptoë mit ganz besonderer Heftigkeit auf. Pat. will dabei etwa $1^1/_2$ Liter nach einander während mehrerer Tage entleert haben. Er erholte sich von dieser Attaque sehr schwer; die Brustschmerzen waren seitdem stärker als je zuvor und blieben es. Auch die Haemoptysis wiederholte sich oft in leichtem Grade, zuletzt gestern. Pat. hatte mich schon im Jahre 1873 einmal consultirt, und hatte ich damals bereits das Bestehen einer Insufficienz der Mitralklappe festgestellt.

Pat. ist gross gewachsen, ziemlich kräftig gebaut, von zarter durchsichtiger Haut, rother Gesichtsfarbe. Radialis ist geschlängelt, wenig umfänglich, Puls ziemlich klein und weich, 90—100 in der Minute; die Enge der Arterie steht in ganz besonderem Contrast zu dem sonst kräftigen Körperbau. Herzstoss wenig resistent, ist im 6. Intercostalraum in der Mammillarlinie fühl- und sichtbar. Die Percussion des Herzens und der Lungen ergiebt nichts abnormes. Lautes systolisches Aftergeräusch an der Herzspitze, leiser auch über der Aorta. Vitale Lungencapacität 2600 Ccm. Am Pneumatometer mass ich nicht, wegen der kurz vorhergegangenen Haemoptysis.

Die Behandlung bestand in Einathmungen comprimirter Luft, welche Pat. den ganzen Winter hindurch anfangs täglich, später immer seltener, zu-

letzt nur 1 — 2 Mal wöchentlich, ausserdem mit häufigen längeren Unterbrechungen, gebrauchte. Anfänglich wurde daneben innerlich Acid. sulfuric. dilut. gereicht und später vorübergehend wiederholt.

Pat. verspürte von der ersten Zeit der Behandlung an sehr wesentliche Erleichterung aller seiner Beschwerden. Die Schmerzen in der Herzgegend und die Brustbeklemmungen verloren sich ganz, traten auch nicht mehr oder nur unbedeutend bei Aufregungen und Anstrengungen hervor; auch beim Treppensteigen weniger Kurzathmigkeit. Ueber Herzklopfen klagt Pat. überhaupt nicht mehr. Die Haemoptysis ist seit dem ersten Gebrauch der Kur nicht wiedergekehrt. Er fühlt sich so wohl, wie seit lange nicht.

8. März 1875. Puls ist ziemlich voll, mässig gespannt, mässig gross, kaum noch geschlängelt, 84. Die Auscultation ergiebt das gleiche Resultat wie am Anfang. Dagegen weist die Percussion eine Erweiterung des Herzumfangs sowohl nach links wie nach rechts, um je 3 Ctm. nach aussen von der linken Mammillarlinie und vom rechten Sternalrand, nach. Es hat sich somit eine compensatorische Hypertrophie sowohl der linken wie der rechten Herzhälfte ausgebildet. Vitale Lungencapacität 3000 Ccm.

Am 18. April 1880 war Herr College Heck so freundlich, auf meine Anfrage mir mitzutheilen, dass er zwar selbst den Pat. nicht wieder gesehen, aber von dessen Schwager vor einigen Tagen erfahren habe, dass Herr P. „ganz gesund (?)“ sein soll und ein Pfarramt verwalte.

80. Stenosis ostii venosi sinistri. Cirrhosis pulmonis ex infarctu. 24. Jan. 1874. Frau Schlz., 36 Jahre alt, seit 1 Jahr viel Gram um den Tod ihres Mannes, seitdem starkes Herzklopfen, mehr und mehr zunehmend, mit Dyspnoë verbunden, bei jeder Erregung oder stärkeren Bewegung zum unerträglichen sich steigernd. Vor $^1/_4$ Jahr Haemoptysis, seitdem Hüsteln, zunehmende Abmagerung. Appetit schlecht. Stuhl sehr retardirt. Schlaf gestört.

Pat. ist von schwächlichem Körperbau, ausserordentlich mager, dyspnoëtisch. Brust schmal. Die linke Infraclaviculargrube bleibt bei tiefer Inspiration gegen die rechte zurück. Daselbst so wie links hinten oben ist der Percussionsschall gedämpft, das Athmungsgeräusch verschärft vesiculär. Percussion des Herzens ergiebt keine abnormen Grenzen, eben so bei der Inspection des Herzens nichts abnormes wahrnehmbar. An der Herzspitze diastolisches Aftergeräusch, laut blasend, lange ausgezogen (präsystolisch). Ueber der Aorta und der Pulmonalis sowie am Processus xiphoideus reine Herztöne, das diastolische Aftergeräusch theils gar nicht hörbar, theils vom Ton überdeckt. Pulmonalarterien- und Aortenton verstärkt. Systolischer Ton überall leise. Puls sehr eng, klein, wenig gespannt, 110, oft aussetzend. Vitale Lungencapacität 500 Ccm. (Am Pneumatometer wurde wegen zu grosser Schwäche der Kranken nicht gemessen.)

In diesem Falle besteht demnach ausser der Stenosis ostii venosi sinistri auch eine Verdichtung im linken oberen Lungenlappen, höchst wahrscheinlich Folge eines hämorrhagischen Infarcts.

Die Behandlung besteht in Inspirationen comprimirter Luft ($^1/_{60}$ Atmosphärendruck, später auf $^1/_{50}$ Atmosphärendruck allmälig steigend.) Schon in den ersten Tagen lässt Herzklopfen und Dyspnoë wesentlich nach, Pat.

kann ohne Mühe grosse Wege machen und Treppen steigen. Der Puls wird voller, härter, nicht aussetzend, weniger frequent (84—90). Schlaf und Appetit besser. Aussehen auffallend gehoben.

Im Februar befindet sich Pat. subjectiv so wohl wie seit dem Beginn ihrer Krankheit nicht. Sie ist voller und kräftiger geworden. Nur noch selten Herzklopfen und Dyspnoë. Husten unbedeutend, Tage lang ganz fehlend. Appetit und Schlaf geregelt. Am 26. Febr. vitale Lungencapacität 2100 Ccm. Die linke Infraclaviculargrube bleibt kaum noch bei der Inspiration gegen die rechte zurück, nur noch geringe Dämpfung daselbst. Diastolisches Aftergeräusch wie früher.

Am 6. März erschrickt Pat. sehr heftig durch das Zerbrechen eines Glases. Wieder vermehrtes Herzklopfen zwei bis drei Tage andauernd. Dann wieder vollkommenes Wohlbefinden.

Am 13. März: Beendigung der Kur. Pat. fühlt sich so gesund und kräftig wie vor ihrer Krankheit. Keine subjectiven Beschwerden mehr, weder Herzklopfen noch Dyspnoë. Kein Husten. Puls 88, regelmässig, mässig gross und gespannt; Arterienrohr umfänglicher. Die Untersuchung der Lungen ergiebt keine Spur von Dämpfung mehr, die linke Seite wölbt sich eben so gut wie die rechte. Das Athmungsgeräusch links oben ist vesiculär, daneben ist zuweilen Pfeifen hörbar. Das präsystolische Geräusch besteht fort; überhaupt ergiebt die objective Untersuchung des Herzens keine Aenderung, nur dass der systolische Ton lauter geworden ist. Vitale Capacität 2100 Ccm.

Pat. reist in ihre Heimath. Mehrere Monate später erfuhr ich, dass sie sich andauernd wohl befand.

81. Stenosis ostii venosi sinistri. 11. Decbr. 1874. Frau Hg., 36 Jahre alt. Litt seit langen Jahren viel an chronischem Rheumatismus. vor 2 Jahren an Rheumat. articul. acut. Seit 3 Jahren nach einem Puerperium Schmerzen in der Herzgegend und Herzklopfen, allmälig sehr verstärkt, so dass der Nachtschlaf gestört ist. Dyspnoë bei Bewegungen. Pat. vermag seit dem Beginn des Leidens nicht wenige Minuten lang auf der linken Seite zu liegen, ohne Beklemmung und Steigerung der Schmerzen. Pat. ist von ziemlich grossem Wuchs, mässig kräftigem Körperbau, röthlicher Gesichtsfarbe. Puls 72, klein, Arterie eng, geschlängelt. An Stelle des Herzstosses beobachtet man bei der Inspection der Brust ein Erzittern der ganzen Region der linken Mamma, am stärksten in der Mammillarlinie. Die Percussion des Herzens ergiebt eine Erweiterung seiner oberen äusseren Grenze. An der Herzspitze hört man ein sehr lautes langgezogenes präsystolisches Aftergeräusch an Stelle des diastolischen Tons; das gleiche Geräusch ist viel leiser über der Aorta hörbar, von einem reinen diastolischen Ton überdeckt. Lungen gesund.

Erst am 8. Febr. 1875 stellt sich mir Frau Hg. zum zweiten Male vor, um die vorgeschlagene Kur, bestehend in Inspirationen comprimirter Luft (zuerst $^1/_{80}$, später auf $^1/_{60}$ Atmosphärendruck steigend; 2, später 3 Cylinder), zu beginnen. Die Leiden der Pat. haben seitdem sich zur Unerträglichkeit gesteigert. Um die Weihnachtszeit Anfall von „Brustkrampf, $^1/_4$ Stunde dauernd, von so bedeutender Heftigkeit, dass Pat. zu erliegen fürchtete. Seitdem keine Nacht Schlaf, keine Stunde ohne Herzschmerzen, Herzklopfen und

Beklemmung. Die Untersuchung des Pulses und des Herzens ergiebt dasselbe Resultat wie am 11. Decbr. Vitale Capacität 2000 Ccm. Inspirationszug 62 Mm. Exspirationsdruck 30 Mm.

Schon nach wenigen Sitzungen lässt der Schmerz in der Herzgegend sowie das Herzklopfen wesentlich nach, ebenso die Dyspnoë. Bereits in der zweiten Nacht vermag Pat. 10 Minuten lang auf der linken Seite zu liegen, was sie seit 3 Jahren nicht vermochte. Auch der Puls wird merklich voller, grösser, etwas mehr gespannt. Subjectives Wohlbefinden im ganzen wesentlich gebessert.

Der Schlaf ist einige Nächte hindurch besser, so dass Pat. wenigstens Stunden lang schläft; aber es folgen auch dazwischen wieder fast ganz schlaflose Nächte. Auch tritt nach einer vollkommen freien Pause von mehreren Tagen wieder Schmerz in der Herzgegend auf; des letzteren wegen verordne ich neben der pneumatischen Kur noch Veratrin-Einreibungen, der Schlaflosigkeit halber Bromkalium, 3—4 Mal täglich 0,6 Grm.

10. März. Der Schlaf in den Nächten ist besser geworden, wenn auch oft noch sehr gestört. Die Schmerzen sind seit 3 Wochen vollkommen gewichen. Keine Spur von Herzklopfen oder Dyspnoë. Puls merklich voller, grösser, resistenter, weniger geschlängelt. Pat. vermag Stunden lang ohne jede Beschwerde auf der linken Seite zu liegen. Subjectiv vollkommenes Wohlbefinden. Gutes Aussehen. Resultat der Percussion und Auscultation unverändert. Vitale Capacität 2300 Ccm. Inspirationszug 80 Mm. Exspirationsdruck 64 Mm.

82. Stenosis ostii venosi sinistri. 14. Dec. 1876. Jsph., Handelsmann, 44 Jahre alt. Ohne eine vorangegangene acute Krankheit ist Pat. in letzter Zeit (wie lange? weiss er nicht anzugeben) matter geworden, und war kurzathmig beim Gehen und Steigen, auch zuweilen Herzklopfen. Vor 3 Wochen bekam er in der Nacht einen starken Anfall von Brustbeklemmung (Asthma cardiale), der sich seitdem noch zwei Mal wiederholte. Gleichzeitig stellte sich Husten ein, der noch andauert, zu welchem sich seit 3 Tagen Heiserkeit hinzugesellte. Seit 14 Tagen noch Obstruction mit Kolikschmerzen; Entwicklung von Hämorrhoidalknoten seit einigen Tagen.

Pat., ziemlich schwächlich gebaut, sieht äusserst blass aus, ist sehr matt. Füsse sind ödematös. Puls ist fadenförmig, nicht zählbar. Präsystolisches Aftergeräusch an der Herzspitze, Herztöne leise. Spitzenstoss von sehr geringer Resistenz. L. H. U. am Thorax geringe Dämpfung, daselbst eben so wie R. H. U. etwas Rasseln. Stimmbänder geröthet und geschwollen. Abdomen aufgetrieben. Kein Fieber. Urin spärlich, klar, nicht eiweisshaltig.

Es besteht hier demnach eine Stenose der Mitralklappe, deren Entwicklung und Dauer unbekannt, ohne jede Compensation, oder, wenn überhaupt schon eine solche vorhanden gewesen, mit gestörter Compensation. Dazu eine geringe Infiltration des rechten unteren Lungenlappens, Bronchitis, Laryngitis, Stauung in den Hämorrhoidalvenen, Oedema pedum, welche Erscheinungen wenigstens theilweise mit der Stauung in den Venen im Zusammenhang stehen.

Behandlung: Inspiration comprimirter Luft. Anfangs, so lange Heiser-

keit und Husten besteht, auch Inhalationen mit Kochsalz (0.5 pCt.) und Pillen aus Extr. Digital., Extr. Hyoscyam. und Rad. Ipecac. Die Unterleibsbeschwerden, Husten und Heiserkeit lassen bald nach. Nur langsam mindert sich die Dyspnoë und schwindet das Oedem. Anfälle von Asthma cardiale treten während der Behandlung mit comprimirter Luft, die bis zum 1. März 1877 fortgesetzt wird, nicht mehr auf. Der anfangs fadenförmige Puls wird schon in den ersten Tagen, besonders unmittelbar nach der Einathmung der verdichteten Luft und dann immer länger nach derselben anhaltend, etwas grösser, voller, gespannter und gut zählbar; eine Zeit lang bleibt er noch unregelmässig, in den letzten Wochen ist er vollkommen regelmässig. Als Pat. die Kur beendet, fühlt er sich subjectiv wohl, leidet nur noch an Athemnoth beim Treppensteigen, sonst ist er frei von allen Beschwerden: weder Oedem, noch Husten, noch Heiserkeit.

Am 9. Mai 1878 lässt mich Pat. bitten, ihn zu besuchen. Er theilt mir mit, dass er seit der Behandlnng keine Anfälle von Asthma cardiale mehr gehabt und ausser Kurzathmigkeit beim Steigen keine Beschwerden von Seiten des Herzens mehr empfunden habe. Dagegen hat sich seitdem eine andere Krankheit entwickelt, auf deren Symptome ich hier nicht näher einzugehen brauche, nämlich Tabes dorsalis. Die Radialis ist mässig gefüllt und gespannt; Puls unregelmässig nnd durchaus nicht besonders klein. Präsystolisches Aftergeräusch wie früher. Ich rathe dem Pat. den Gebrauch von Rehme. Seitdem habe ich ihn nicht wieder gesehen.

83. Stenosis ostii venosi sinistri. 23. Octbr. 1878. Frl. Hedwig Wlf., 15 Jahre alt. Leidet seit der frühen Kindheit schon an Herzklopfen und Kurzathmigkeit bei schnellen Bewegungen, auch häufig an Ziehen in den Armen. Vor 2 Jahren acuter Gelenkrheumatismus; seitdem haben die Beschwerden erheblich zugenommen. Zeitweise Husten, so auch jetzt seit 3 Wochen. Pat. ist für ihr Alter sehr klein und schwächlich; noch nicht menstruirt. Lungen gesund. Spitzenstoss im 6. I. C. R. nach innen von der Mammillarlinie beginnend und etwas nach aussen von derselben reichend. Herzgrenze linkerseits oben bis etwas nach aussen von der M. L. erweitert, desgleichen auch innen etwa um einen Finger breit nach rechts vom rechten Sternalrand. Sehr lautes präsystolisches Aftergeräusch an der Herzspitze, auch noch über der Aorta neben dem reinen systolischen und diastolischen Ton hörbar. Pulmonalarterienton verstärkt. Radialarterie sehr eng, geschlängelt, wenig gespannt; Puls klein, unregelmässig.

Behandlung besteht allein in Einathmungen comprimirter Luft, anfangs $^1/_{80}$, später $^1/_{60}$ Atmosphärendruck (zuerst 2, dann 3 Cylinder).

16. Decbr. 1878. Dyspnoë und Herzklopfen nahm mehr und mehr ab, jetzt nur noch beim Steigen in geringem Grade bemerklich. Husten war dazwischen einmal verstärkt, jetzt seit Wochen wieder sehr unbedeutend. Sonst frei von allen Beschwerden. Herzgrenze nicht nur nach rechts und links oben (wie früher), sondern auch nach links und unten in der Gegend der Mammillinie etwa 1 Ctm. erweitert. Laute Herztöne, lautes präsystolisches Aftergeräusch. Puls regelmässig, mässig gross, Arterie ziemlich voll und gespannt.

An dieser Kranken habe ich auch den Puls mittels der Pulsuhr gemessen und zwar zuerst 3 Wochen nach der Einleitung der Behandlung, als sich der Zustand schon wesentlich gebessert hatte; ich erhielt damals folgende Masse: Arteriendurchmesser 1,70 Mm., Arterienspannung 181 Grm., Pulsgrösse 0,02 Mm., Blutumlaufsquotient 42,5, Pulskraft 3,00 Grm.-Mm. Die zweite Messung geschah 11 Tage später und ergab folgende Werthe: Arteriendurchmesser 1,94 Mm., Arterienspannung 190 Grm., Pulsgrösse 0,04 Mm., Blutumlaufsquotient 24,2, Pulskraft 3,12 Grm.-Mm. Diese Masse zeigen eine Besserung nach allen Richtungen. Am wenigsten hat die Arterienspannung und die Pulskraft in den 11 Tagen zugenommen. (Den Anfang der Behandlung indess mit dem Ende verglichen nach dem Gefühl des Fingers, ist auch die Spannung erheblich gewachsen.) Der Arteriendurchmesser vergrösserte sich um $^1/_7$, d. h. der Arterieninhalt um $^2/_7$; die Pulsgrösse wuchs um das doppelte. Der Blutumlaufsquotient, anfangs abnorm gross, d. h. einen sehr verzögerten Blutumlauf und eine sehr verlangsamte Arterialisation des Blutes anzeigend, kehrte zur Norm zurück — der beste Beweis des nunmehr normal functionirenden Blutlaufs. Nach den Ergebnissen der Percussion hat sich während der Behandlung eine compensatorische Dilatation und Hypertrophie auch des linken Ventrikels neben der schon früher bestehenden des linken Vorhofs und der rechten Herzkammer entwickelt. Der Herstellung dieser Compensation ist der vorzügliche Erfolg vornehmlich zuzuschreiben.

84. Stenosis ostii venosi sinistri. Emphysema pulmonum. 9. Oct. 1878. Frau Strm. aus Bremen, 63 Jahre alt. Sie giebt an, als junges Mädchen bleichsüchtig gewesen zu sein und vor 10 Jahren Gelenkrheumatismus überstanden zu haben. Seit der letzten Krankheit litt Pat. viel an Herzklopfen und an Athemnoth beim Gehen, Steigen oder irgend welchen Anstrengungen. Besonders nach Tisch traten diese Beschwerden am leichtesten auf. Husten nur zeitweise und unerheblich. In den letzten Jahren nahm das Herzklopfen und die Kurzathmigkeit mehr und mehr bedeutend an Intensität zu. Vor 4 Jahren „Blasenkatarrh", der aber geheilt wurde. Appetit und Stuhlgang regelmässig. Pat. war früher schlank, ist seit der Cessatio mensium, vor mehr als 10 Jahren, etwas fett geworden.

Puls unregelmässig, sehr klein, 108; Radialis auffallend eng und sehr wenig gespannt. Brust mässig gewölbt. Die Lungen überdecken das Herz und reichen abwärts bis zum freien Rippenrand; im übrigen Percussion nicht abnorm. Spitzenstoss breit, im 5. I. C. R. nach innen von der Mammillarlinie, von geringer Resistenz. Abnormität der Herzgrenzen durch die Percussion nicht zu eruiren. Präsystolisches Aftergeräusch an der Herzspitze, auch an der Aorta neben den reinen Tönen noch leise hörbar. Ueber den Lungen überall leises vesiculäres Athmen mit verlängerter Exspiration. Urin hellgelb, klar, nicht eiweisshaltig. Vitalcapacität 800 Ccm. Inspirationskraft 50 Mm., Exspirationskraft 30 Mm.

Behandlung besteht allein in Einathmungen comprimirter Luft, anfangs daneben auch 3 Mal täglich Extr. Digital. 0,05. Die Kur dauert bis zum 29. Novbr. Alle Beschwerden lassen allmälig nach. In den letzten Wochen

der Behandlung keine Dyspnoë und kein Herzklopfen mehr. Der Puls wird schon in den ersten Wochen regelmässig und merklich grösser, die Arterie voller und gespannter. Die objective Untersuchung der Lungen und des Herzens ergiebt gegen früher keine Aenderung; nur sind die Herztöne merklich lauter geworden. Vitalcapacität 1200 Ccm. Inspirationskraft 70 Mm. Exspirationskraft 50 Mm.

Auch bei dieser Patientin war ich im Stande, durch die Pulsmessung mittelst meiner Pulsuhr die zunehmende Besserung auf's eclatanteste zahlenmässig zu demonstriren. Die erste Messung geschah, als die Pat. bereits fünf Wochen in meiner Behandlung war; der Puls war damals schon regelmässig und für den tastenden Finger bei weitem grösser, voller und gespannter gegen früher geworden. Dennoch ergab die Messung noch die für die Stenose charakteristischen Merkmale, namentlich eine geringe Blutfüllung, eine besonders auffällig kleine Höhe der Pulswelle und einen ausserordentlich verlangsamten Blutumlauf[1]): Arteriendurchmesser 3.05 Mm., Arterienspannung 255 Grm., Pulsgrösse 0,025 Mm., Blutumlaufsquotient 61, Pulskraft 3,375 Grm.-Mm.

Elf Tage später wird der Puls noch einmal gemessen, und zwar unmittelbar nach der Einathmung comprimirter Luft. Ich erhalte dabei folgende Masse: Arteriendurchmesser 4,21 Mm., Arterienspannung 528 Grm., Pulsgrösse 0,055 Mm., Blutumlaufsquotient 38, Pulskraft 10,28 Grm.-Mm. Wie man sieht, ist der Fortschritt gegen die erste Messung ein ausserordentlich bedeutender: Fast alle Werthe sind derart vergrössert, dass sie schon der Norm entweder nahe kommen oder sie erreichen, ja zum Theil selbst übertreffen. So ist der Arteriendurchmesser 4,21 bereits normal, die Arterienspannung und die Pulskraft überragen sogar den Durchschnittswerth bei gesunden Frauen; der Blutumlaufsquotient ist für eine 63jährige Frau ungefähr auch von normaler Grösse, d. h. also der früher sehr retardirte Blutumlauf ist zu einem regelrechten geworden; nur die Pulsgrösse allein hat noch nicht ganz den Durchschnittswerth (0,06) erreicht, aber doch schon eine solche Höhe, dass sie mit derjenigen vieler gesunder Personen concurrirt. Nur muss ich freilich noch hervorheben, dass diese hohen Masse theilweise noch auf Rechnung der unmittelbar vorhergegangenen Einathmung comprimirter Luft zu setzen sind; aber, wie ich bereits früher zu beweisen versuchte, dauert die Erhöhung der Pulsspannung und Pulsfüllung nach jeder neuen Sitzung immer länger und länger an, um endlich stationär zu werden.

85. Stenosis ostii venosi sinistri. Dilatatio et hypertrophia atrii sinistri et ventriculi dextri. Albuminurie. 3. Juli 1879. Baron Ksk., 59 Jahre alt. Von 1842—1871 viermal acuter Gelenkrheumatismns. Seit 1871 Herzbeschwerden. Athemnoth, Herzklopfen und Gefühl der Schwere in der Herzgegend beim Gehen und besonders beim Steigen. Herzklopfen beim Liegen auf der linken Seite. Vor 3 Jahren zum ersten Male Schwellung der Füsse bemerkt, vorübergegangen, aber oft und immer länger dauernd wiedergekehrt, so auch

1) Zur Vergleichung mit den Werthen bei gesunden Personen muss ich auf meine Schrift: „Die Messung des Pulses und des Blutdrucks am Menschen. Berlin 1880“ verweisen.

jetzt seit vielen Wochen. Urin seit 3 Jahren meist spärlich und dunkel. Appetit nicht gleichmässig, Stuhl in Ordnung. Pat. ist von kräftigem Körperwuchs, reichlichem Panniculus adiposus; Haut und Lippen auffallend blass. Schwacher Spitzenstoss hart nach innen von der Mammillarlinie im 5. I. C. R. Obere äussere Herzgrenze bis etwas nach aussen von der M. L. erweitert; rechte Herzgrenze ca. 2 Ctm. jenseits des rechten Sternalrandes. Lautes präsystolisches Aftergeräusch an der Herzspitze; verstärkter Pulmonalarterienton. Puls 110, unregelmässig, sehr klein, Arterie sehr leer, wenig gespannt. Oedema pedum. Urin dunkelgelb, klar, enthält geringe Mengen von Eiweiss; spec. Gew. 1,025. Vitalcapacität 1600 Ccm. Inspirationskraft bei forcirter Athmung 90 Mm., bei langsamer Athmung oder eingeschaltetem Hahn 60 Mm., Exspirationskraft 104, resp. 80 Mm.

Pat. hat bisher viel Digitalis gebraucht, anfangs mit Besserung des allgemeinen Befindens und namentlich des Oedems, in letzter Zeit völlig erfolglos. Ich lasse nunmehr den Pat. täglich comprimirte Luft einathmen. Daneben innerlich Pillen aus Fol. Digital. und Extr. Scillae ana 0,05, 3 Mal täglich.

7. Juli. Urin viel heller, reichlicher, enthält keine Spur von Eiweiss. Puls regelmässig, Arterie ziemlich voll und gut gespannt. Athemnoth und Herzklopfen verringert.

Vom 8. Juli an wird die Digitalis nebst Scilla ausgesetzt, und die Behandlung einzig und allein auf die Einathmungen comprimirter Luft beschränkt.

11. Juli. Urin sehr reichlich, ziemlich blass, frei von Eiweiss, spec. Gew. 1,017. Puls regelmässig, verhältnissmässig ziemlich gross, Arterie ziemlich voll und gespannt. Wenig Dyspnoë und Herzklopfen auch beim Steigen.

16. Juli. Derselbe günstige Zustand ist erhalten geblieben. Vitalcapacität 2000 Ccm. Inspiration bei langsamem Athmen oder Einschalten eines Hahns 70 Mm., Exspiration 96 Mm. Pat. geht in die Schweiz, mit der Weisung, später die pneumatische Behandlung wieder aufzunehmen.

86. Stenose und Insufficienz der Mitralklappe. 9. Juli 1874. Rlb., Lehrer, 57 Jahre alt. Er giebt an, vor 34 Jahren am „Nervenfieber“, vor 6 Jahren an einer Leberkrankheit und vor 4 Jahren an „Lungenentzündung“ gelitten zu haben. Vor 2 Jahren wurde zuerst eine Unregelmässigkeit des Pulses constatirt, die seitdem geblieben ist. Anhaltendes Herzklopfen ist erst seit dem April vorhanden, wurde zwar immer durch Digitalis etwas gemildert, aber nicht gehoben. Dyspnoë beim Treppensteigen. Appetit und Stuhlgang nicht abnorm.

Puls ist so unregelmässig, dass die Zahl der Pulsschläge nicht zu zählen ist: es wechseln eine Reihe sehr niedriger, schnell auf einander folgender Wellen mit etwas höheren Wellen und mit Pulspausen ab, die letzteren sind bald häufiger, bald seltener. Auch die grössten Pulswellen sind immer noch ziemlich klein, bei den kleinsten ist die Erhebung kaum fühl-, geschweige zählbar. Die Radialis, zwischen den Fingern gerollt, ist fadenförmig dünn, geschlängelt, ausserordentlich leicht zusammendrückbar. Bei der Inspection des Thorax beobachtet man anstatt eines circumscripten Herz-

stosses ein über die ganze Herzgegend verbreitetes Erzittern der Brustwand, am stärksten jedoch nach aussen von der Mammillarlinie im 5. und 6. Intercostalraum. Die Percussion ergiebt eine Erweiterung der Herzdämpfung um 5 Ctm. nach aussen von der Mammillarlinie und auch des rechten Ventrikels um 2 Ctm. vom rechten Sternalrand; besonders vergrössert erscheint der linke obere Umfang des Herzens, d. h. die Region des linken Vorhofs. An der Herzspitze hört man ein lautes scharfes systolisches und ein leiseres diastolisches Aftergeräusch; über der Aorta einen lauten diastolischen Ton und daneben ein Aftergeräusch, welches sich von der Diastole bis zur Systole hinzieht (präsystolisch) und in ein leises systolisches Aftergeräusch sich fortsetzt. Am Proc. xiph. und über der Pulmonalis hört man neben den fortgeleiteten Geräuschen reine Töne, den diastolischen Ton verstärkt. Lungen und übrige Organe nicht abnorm. Vitale Capacität 2100 Ccm. Inspirationszug 94 Mm. Exspirationsdruck 70 Mm.

Die am 9. Juli eingeleitete Behandlung besteht einzig und allein in täglicher Einathmung comprimter Luft.

Die Wirkung auf den Puls ist eine wahrhaft überraschende. Schon nach dem ersten Gebrauche der comprimirten Luft ist der Puls weniger unregelmässig, voller und kräftiger. In den folgenden Tagen wird derselbe immer regelmässiger, und nach kaum einer Woche setzt der Puls niemals mehr aus und schlägt in vollkommen regelmässigem Rhythmus, nur dass zuweilen ein oder mehrere Male während einer Minute ein Puls von niedrigerer Welle mit unterläuft. Gleichzeitig vermindert sich schon vom ersten Tage an das Herzklopfen und verliert sich in den folgenden Tagen fast ganz, nur hin und wieder zeigt sich eine Andeutung desselben. Die Dyspnoë beim Treppensteigen schwindet gleichfalls, und nach kaum 8 Tagen der Kur hat Pat. keine subjective Krankheitsempfindung mehr und fühlt sich ganz wie ein Gesunder. Die Besserung erhält sich ohne Störung, und schon am 20. Juli verlässt Pat. Berlin und beendet die Kur, um falls die Erscheinungen wiederkehren, sie von neuem aufzunehmen. Vitale Capacität 2800 Ccm. Inspirationszug 105 Mm. Exspirationsdruck 105 Mm. Untersuchung der Brust ergiebt keine Aenderung der objectiven Zeichen.

Wie die Krankheit weiter verlief, habe ich nicht erfahren.

87. Stenosis und Insufficienz der Mitralklappe. 7. April 1873. Grscrt., Beamter, 42 Jahre alt. Hatte im 7. Lebensjahre eine Kniegelenkentzündung, von der eine Ankylose zurückgeblieben ist. Vor 4 Jahren zum ersten Male leichte Haemoptysis, die sich seitdem zum öfteren, jedesmal in leichtem Grade, wiederholte. Selten etwas Husten. Dagegen besteht seit mehreren Jahren Kurzathmigkeit, Brustbeklemmung, Herzklopfen, welche Symptome sich in den letzten 2 Monaten sehr gesteigert haben. Während der letzten Monate haben die Kräfte merklich abgenommen, Pat. fühlt sich sehr matt und ist auch etwas abgemagert. Ausserdem klagt er über Halsschmerzen und ist etwas heiser. Stuhl retardirt.

Die zuerst am 7. April 1873 vorgenommene Untersuchung ergiebt: Ziemlich starker Knochenbau, Haut sehr blass und pastös, mässiger Panniculus adiposus. Objective Dyspnoë. Thorax breit, gut gewölbt. Herzstoss sehr ver-

breitert, zitternde Pulsation sichtbar im 6. Intercostalraum, rechts und links von der Mammillarlinie in einer Breite von 7 Ctm., dabei ohne grosse Resistenz bei der Palpation. Puls ausserordentlich unregelmässig, schwer zählbar, etwa 100 — 120 in der Minute, ausnehmend klein und leer, leicht zusammendrückbar, geschlängelt. Die Herzdämpfung überragt die Mammillarlinie nach aussen um 3 Ctm. An Stelle beider Herztöne hört man an der Herzspitze leise Geräusche, sowohl ein systolisches als ein diastolisches und zwar nicht ganz rhythmisch; das diastolische Geräusch tritt präsystolisch auf, ist schabend, das systolische mehr hauchend. Durch die Unregelmässigkeit des Herzschlags ist es schwer, sich in diesen Geräuschen zurechtzufinden. Ueber der Aorta und der Pulmonalis so wie am Processus xiphoideus hört man normale Herztöne, aber ausserordentlich leise und theilweise von den fortgeleiteten Aftergeräuschen überdeckt. Die Lungen sind gesund. Pharnyx und Larynx geröthet. Urin nicht abnorm.

Der Pharyngo-Laryngealcatarrh wird örtlich behandelt und beseitigt. Innerlich verordnete ich Schwefel; abwechselnd auch Digitalis. Letztere hatte Pat. bereits sehr viel ohne wesentlichen Erfolg gebraucht. Im Sommer geht Pat. nach Kissingen.

Am 21. Octbr. stellt er sich mir wieder vor. Er hatte sich in Kissingen leidlich wohl befunden, war besonders weniger matt und fühlte sich kräftiger als zuvor. Dagegen hatte die Brustbeklemmung und der unregelmässige Herzschlag, den Pat. selbst deutlich fühlt, fortbestanden. In den letzten Wochen hat sich das Herzklopfen zu einer früher noch nicht dagewesenen Höhe verstärkt; desgleichen die Kurzathmigkeit und die Brustbeklemmung. Seit 14 Tagen besteht ausserdem Husten, zuweilen mit Blutstreifen im Auswurf. Auch die Stimme ist wieder rauh. Grosse Mattigkeit.

Die Untersuchung der Brust ergiebt Status idem wie im April. Nur treten die Aftergeräusche viel lauter hervor. Die Unregelmässigkeit des Pulses erreicht den denkbar höchsten Grad. Kaum 2 bis 3 Pulsschläge folgen in gleichem Rhythmus auf einander, sondern bald setzt der dritte, bald schon der zweite Puls aus, bald folgen einige Pulse sehr schnell auf einander, dann tritt eine kleine Pause ein, dann wieder seltener Puls u. s. w.; ausserdem sind die Pulse von ungleicher Grösse: sehr kleine, kaum fühlbare Pulse wechseln mit etwas grösseren ab, aber selbst die grössten Pulse sind relativ sehr klein; das Arterienrohr ist geschlängelt, leer, fast fadenförmig. Wegen seiner Unregelmässigkeit ist der Puls kaum zählbar; zuweilen jedoch gelang es mir, 120 — 140 Pulsschläge in der Minute zu zählen. Inspirationszug 120 Mm. Exspirationsdruck 120 Mm. Vitale Capacität 3500 Ccm. Die Laryngoscopie ergiebt leichte Pharyngo-Laryngitis. Urin nicht abnorm.

Die Behandlung besteht allein in Inspirationen comprimirter Luft. Ausserdem wird Pharynx und Larynx mit Tanninlösung touchirt, worauf der Catarrh bald weicht.

Schon unmittelbar nach dem ersten Gebrauch der comprimirten Luft erscheint der Puls voller, grösser, gespannter und viel weniger unregelmässig als zuvor. Es folgen wenigstens immer mehrere regelmässige Pulsschläge auf einander, ehe ein Pulsschlag ausbleibt oder verspätet eintritt, auch sind die einzelnen Pulsschläge an Grösse nicht mehr so verschieden wie zuvor.

Mit dem Fortgebrauch der comprimirten Luft wird die Besserung des Herzschlags und des Pulses eine stetige. Ich hätte eine derartige prompt eintretende und andauernde Wandlung des Pulses, den ich bereits im Frühjahr zuvor Wochen lang täglich beobachtet und durch Digitalis oder andere Medication nicht im mindesten verändert gefunden hatte, nimmermehr für möglich gehalten, hätte ich sie nicht selbst in diesem hochgradigsten Falle beobachtet.

Mit dem regelmässiger und voller werdenden Pulse ging eine Besserung der subjectiven Symptome Hand in Hand. Das Herzklopfen wurde immer seltener, wurde zeitweise selbst gar nicht mehr empfunden. Dyspnoë und Beklemmung wich, desgleichen der Husten. Haemoptysis war in den ersten Tagen nur noch geringfügig wiedergekehrt, später gar nicht mehr. Pat. fühlte sich wohl und kräftig und arbeitete anstrengend in seinem Amte. Percussions- und Auscultationserscheinungen am Herzen blieben unverändert.

Pat. gebrauchte die Kur bis Anfangs December ziemlich regelmässig, später bis zum März sehr unregelmässig und mit häufigen längeren Pausen. Sein Wohlbefinden dauerte während des ganzen Winters an. Herzklopfen und Beklemmung war nur noch selten fühlbar. Der Puls war meist so weit regelmässig, dass man oft eine halbe bis 1 Minute zählen konnte, ohne dass er aussetzte, auch war er voller, grösser, resistenter geblieben. Zahl der Pulsschläge meist 90—100. Nur zeitweise tritt wieder vorübergehend eine grössere Unregelmässigkeit des Herzschlags auf.

Im April trat ein Magencatarrh hinzu, der sich im Mai steigerte und den Kranken sehr herunterbrachte. Zugleich kehrten die früheren Beschwerden am Herzen, wenn auch weniger heftig, wieder. Die von neuem begonnenen Inspirationen comprimirter Luft konnten nur sehr unregelmässig gebraucht werden, da Pat. sehr matt und theilweise an's Bett gefesselt war. Die Wirkung blieb deshalb eine beschränkte. Im Juni ging Pat. auf's Land. Im August starb er. Näheres konnte ich nicht in Erfahrung bringen.

88. Fettherz. Asthma cardiale. Albuminurie. 15. Juni 1875. Fgrstrm., Oberlehrer aus Schweden, 57 Jahre alt. War früher immer gesund. Seit dem letzten Herbst stellte sich Kurzathmigkeit ein bei jeder Bewegung. Dieselbe nahm zu, trat später auch in der Ruhe auf und erzeugte nächtliche, dem Asthma ähnliche Anfälle, welche den Schlaf störten. Zugleich auch Husten, aber grösstentheils nicht erheblich. Die Zunahme der Kurzathmigkeit, welche Pat. für gewöhnliches Asthma ansah, und die hinzutretende, mehr und mehr überhandnehmende Mattigkeit veranlassten den Pat., Hülfe im Ausland und zwar zunächst in einer hiesigen Privatheilanstalt zu suchen. Hier traten die Krankheitssymptome mit grosser Heftigkeit auf; der Arzt der Anstalt, Herr Dr. Rosenfeld, erkannte, dass es sich nicht um Asthma bronchiale oder nervosum, sondern um einen schweren Herzfehler handelte, und rieth dem Pat., meine Hülfe nachzusuchen.

Pat. ist von grossem, kräftigem Körperbau, mit reichlichem Fettpolster, ausserordentlich blasser Hautfarbe. Thorax kräftig gebaut. Sehr starke subjective und objective Dyspnoë. Pat. vermag nur schleichend zu gehen; alle accessorischen Hülfsmuskeln der Athmung sind in Bewegung. Percussion und

Auscultation der Lungen ergeben nichts abnormes. Die Inspection des Thorax zeigt ein Erzittern der gesammten Herzgegend; von diesem diffusen Erzittern hebt sich der Spitzenstoss im 6. I. C. R. nach innen von der Mammillarlinie nur schwach ab, und ist der Herzstoss daselbst auch nur von geringer Resistenz zu fühlen. Herztöne sehr leise, aber rein. Puls sehr unregelmässig, auffallend klein; Arterienrohr wenig gefüllt, von äusserst geringer Resistenz; der Puls ist wegen seiner Kleinheit und Unregelmässigkeit kaum zu zählen, ungefähr sind es 96 Schläge in der Minute. Urin ist gelb, klar, ziemlich reichlich eiweisshaltig; nach den Angaben des Pat. scheint seine Quantität vermindert zu sein. Vitalcapacität 2300 Ccm.; Inspirationskraft 14 Mm., Exspirationskraft 60 Mm.

Pat. befand sich in einem höchst beklagenswerthen Zustand, und ich hatte nicht die Hoffnung, dass er noch lebend seine Heimath wiedersehen würde. Hätte ich ihm überhaupt in seinem gegenwärtigen Zustand die Strapazen der Reise zumuthen dürfen, so wäre ich, bei der geringen Erwartung, welche ich selbst gegenüber dem vorhandenen schweren Zustand von der pneumatischen Therapie zu hegen wagte, sicherlich von derselben abgestanden, und hätte ihm den Rath gegeben, nach Hause zurückzureisen. So aber durfte er nicht reisen, und da alle anderen Mittel bereits erschöpft waren, wagte ich einen vorsichtigen Versuch mit den Einathmungen comprimirter Luft, auf die er, nach ihm von anderer Seite gewordenen Mittheilungen, seine letzten Hoffnungen gesetzt hatte. Neben dem pneumatischen Apparat liess ich ihn Tinct. Digital. mit Tinct. Castorei Canad. ana, 3 Mal täglich 30 Tropfen, und Einreibungen von Veratrinsalbe in der Herzgegend gebrauchen. Beginn der Kur am 16. Juni 1875.

An den ersten Tagen lasse ich nur 1 bis 2 Cylinder comprimirte Luft ($^1/_{80}$, bald aber schon $^1/_{60}$ Atm.-Druck), später 3 Cylinder einathmen. Anfangs lasse ich stets nach wenigen Athemzügen pausiren und nur allmälig mit zunehmender Kräftigung die Pausen einschränken.

13. Juli 1875. Schon in den ersten Tagen konnte man während des Einathmens und kurz nachher eine auffällige Verbesserung des Pulses constatiren. Derselbe wurde regelmässiger und grösser, die Arterie voller und gespannter. In den folgenden Tagen hielt die Besserung des Pulses immer länger an. Nach kaum mehr als 14 Tagen konnte ich eine Unregelmässigkeit des Pulses überhaupt nicht mehr constatiren, zugleich war der Puls grösser, voller, gespannter geworden. Pulsfrequenz 80—84. Hand in Hand hiermit ging die Besserung des Allgemeinbefindens: Dyspnoë war bei Bewegungen weit geringer als zuvor, trat in Anfällen von Asthma cardiale überhaupt nicht mehr auf. Pat. fühlte sich mehr und mehr gekräftigt; die Hautblässe trat weniger hervor. Urin wurde immer ärmer an Eiweiss; heute enthält er keine Spur mehr davon. Vitalcapacität 3300 Ccm. Inspirationskraft 80 Mm., Exspirationskraft 90 Mm.

27. Juli 1875. Beendigung der Kur. Pat. fühlt sich vollkommen wohl. Er kann ohne Athemnoth gehen und selbst langsam Treppen steigen.. Anfälle von Asthma cardiale sind nicht wieder eingetreten. Puls regelmässig, 84, zwar immer noch unter mittlerer Grösse, aber unvergleichlich höher als zu Anfang, Arterie ziemlich gut gefüllt, noch immer weniger gespannt als

normal, aber auch durchaus nicht von erheblicher Weichheit. Zittern der Herzgegend nicht mehr bemerklich. Spitzenstoss an der früheren Stelle, von grösserer Resistenz. Herztöne ziemlich laut, rein. Urin frei von Eiweiss. Kein Husten. Inspirationskraft 90. Exspirationskraft 94 Mm., Vitalcapacität 3400 Ccm. Pat. reist glücklich in seine Heimath ab. Ich selbst muss gestehen, dass wenige der von mir behandelten Fälle so sehr meine allgemeinen Erwartungen in betreff des günstigen Verlaufs der Krankheit überstiegen haben, wie der eben mitgetheilte. Wie lange die günstige Wirkung der Behandlung vorgehalten hat, habe ich nicht erfahren.

Die günstige Wirkung der pneumatischen Therapie bei Herzkrankheiten wurde gleichfalls von einer Reihe Autoren bestätigt. Haenisch und Fenoglio habe ich bereits erwähnt; bemerkenswerth sind noch die Beobachtungen von Sommerbrodt, Sieffermann, Küss, Lambert, Cron. Auch Herr Prof. Germain Schneider, Director der medicinischen Klinik zu Santiago de Chile (d. d. 8. Juli 1876) autorisirte mich zu der Mittheilung, dass er bei Herzkranken die vorzüglichsten Erfolge, wie sie durch kein anderes Mittel zu erreichen, namentlich gegen die Dyspnoë und die asthmatischen Beschwerden, vermittelst des pneumatischen Apparats erzielt habe. Schnitzler, der sich, freilich ohne eine irgend wie stichhaltige Motivirung, gegen die Wirksamkeit des pneumatischen Apparats bei Herzkrankheiten ziemlich skeptisch verhielt, kann doch nicht umhin, folgende Beobachtung zu constatiren:

„Während der letzten Tage machte ich eine Beobachtung, die ich nicht umhin kann, zu erwähnen. Ein Schullehrer (R. K., 30 Jahre alt), der seit längerer Zeit an Herzklopfen und Athembeschwerden leidet, kam dieser Tage auf die Poliklinik, um daselbst ärztliche Hülfe zu suchen. Ich constatirte eine nicht weit vorgeschrittene Insufficienz der Bicuspidalis und Stenose des Ost. venos. sinistr. nebst entsprechend compensatorischer Hypertrophie des Herzens. Ich liess den Kranken verdichtete Luft einathmen. Der früher kleine unregelmässige Puls wurde nach 10—20 tiefen Inspirationen grösser und regelmässiger; was mich aber noch weit mehr überraschte, das frühere systolische Geräusch war verschwunden und an dessen Stelle jetzt ein ziemlich reiner Ton hörbar, der immer kräftiger wurde, je länger ich den Patienten verdichtete Luft einathmen liess. Ich versuche keine Erklärung dieses Phänomens zu geben; ich begnüge mich, das Factum zu constatiren. Ein Irrthum in betreff des thatsächlichen kann nicht obwalten, indem es nebst mir von mehreren Aerzten, darunter erfahrene Praktiker und geübte Diagnostiker, die gegenwärtig die Poliklinik frequentiren, gehört wurde."

Eine ganz besondere Beachtung verdienen endlich die Beobachtungen eines ausgezeichneten und erfahrenen Klinikers, nämlich

Rosenstein's. Derselbe fasst sein Urtheil in folgenden Sätzen zusammen:

„Den gleichen Erfolg in Bezug auf Herzthätigkeit und Diurese, nur nicht in so dauernder Weise, habe ich von einer, erst neuerdings in den Arzneischatz eingeführten Methode, der pneumatischen, gesehen. Die Beobachtungen, die ich bei Herzkranken über den Erfolg der Anwendung des Waldenburg'schen Apparates gemacht habe, bestätigen vollkommen die von dem genannten Forscher auf Grund theoretischen Raisonnements gehegten Erwartungen. Die comprimirte Luft, wie sie mittels jenes Apparates eingeathmet wird, erhöht den Druck im Aortensystem. Gegenüber den physiologischen Versuchen von Drosdoff und Botschetschkaroff, wonach der Blutdruck beim Hunde fiel, sobald das Thier comprimirte Luft einathmete, kann ich von Kranken Beispiele anführen, in denen nach Einathmung comprimirter Luft der zuvor kaum fühlbare und jedenfalls vollkommen unzählbare Puls so an Umfang und Kraft gewann, dass er gut zu zählen war, und dass, worauf ich mehr Gewicht lege, weil das Symptom unabhängiger von allen subjectiven Einflüssen ist, gleichzeitig die äusserst spärliche Diurese sich beträchtlich steigerte, ohne dass irgend ein anderes Heilmittel oder ein anderer diätetischer Einfluss gleichzeitig eingewirkt hätte. Auch die Beobachtungen, welche Haenisch veröffentlicht hat, beweisen deutlich, wie unter dem Einfluss der comprimirten Luft die systolische Elevation des aufsteigenden Schenkels der Pulscurve höher, und die Rückstosselevation des absteigenden Schenkels weniger ausgesprochen wird, und wie auch die functionellen Zeichen der Compensationsstörung durch dieses Mittel rückgängig werden. Wenn ich darum mich berechtigt glaube, den Einfluss der comprimirten Luft bei Herzkranken den kleinen Digitalisdosen parallel zu stellen, kann ich doch nicht unterlassen, zu bemerken, dass, was Dauer des Erfolges betrifft, nach meinen eigenen Erfahrungen der Digitalis, wo ihre längere Anwendung vertragen wird, unzweifelhaft der Vorzug gebührt, auch bezüglich ihrer Wirkung auf Regulirung und Verlangsamung des Pulses. Dagegen wird in Fällen, wo Digitalis durch gastrische Complication nicht angewandt werden kann, oder überhaupt nicht vertragen wird, die pneumatische Methode als ein schätzbares Ersatzmittel zu betrachten sein. Die Indication für die Einathmung comprimirter Luft wird ebenso wie für die kleinen Digitalisdosen hauptsächlich bei den Mitralaffectionen, namentlich der Stenose des Ostium venosum sinistrum, und der Stenose des Aortenostium bei gestörter Compensation gegeben sein."

In der That halte auch ich die Wirkung der comprimirten Luft bei Herzkrankheiten mit derjenigen der Digitalis am besten vergleichbar und erachte erstere auch dann ganz besonders indicirt, wo die Digitalis entweder auf die Dauer nicht vertragen wird, oder wo sie ihre Wirkung versagt. Dass die comprimirte Luft weniger nachhaltig wirke als die Digitalis, kann ich nach meinen Erfahrungen nicht bestätigen. Alle Herzkranke, die ich pneumatisch behandelte, hatten — ich darf wohl sagen, mit verschwin-

denden Ausnahmen — bereits Digitalis mehr oder weniger lange Zeit gebraucht und hatten grösstentheils auch einen heilsamen Einfluss von derselben auf ihr Leiden constatiren können; nur war die Wirkung entweder keine genügende oder keine nachhaltige gewesen, oder die Digitalis, die erst vortrefflich wirkte, versagte nachher ihre Dienste. In diesen Fällen hatte demnach der pneumatische Apparat häufig noch einen überraschenden und gar nicht selten auch einen mehr oder weniger nachhaltigen Erfolg. Wo die Digitalis vertragen wird, aber für sich allein nicht ausreichend wirkt, ist der Fortgebrauch der Digitalis, combinirt mit den täglichen Einathmungen comprimirter Luft, oft von ganz besonderem Nutzen. Anfangs, wo es sich für mich darum handelte, die Wirksamkeit des pneumatischen Apparats bei Herzkrankheiten überhaupt erst festzustellen, musste ich mich vor Combinationen mit anderen wirksamen Mitteln hüten, um zunächst ein reines Resultat zu erhalten. Ich suchte mir hierzu diejenigen Fälle aus, in welchen die Digitalis entweder nicht vertragen wurde, oder bereits die Grenze ihrer Wirksamkeit erreicht hatte, Fälle also, bei welchen der Zustand der Kranken die Anwendung der Digitalis nicht erheischte. Jetzt dagegen, wo mir die Wirksamkeit der comprimirten Luft bei Herzkranken über allen Zweifel sicher gestellt scheint, ist es die Pflicht, von allen Mitteln, die uns zu Gebote stehen, gleichzeitig Gebrauch zu machen und deshalb in geeigneten Fällen die Anwendung des pneumatischen Apparats mit der innerlichen Darreichung der Digitalis zu combiniren.

Wirkung der pneumatischen Cabinette und Vergleichung derselben mit dem transportablen pneumatschen Apparat.

In meinem Lehrbuch der respiratorischen Therapie habe ich die Wirkung und die Indicationen der pneumatischen Cabinette bereits erörtert und muss deshalb auf eine wiederholte ausführliche Darlegung des Gegenstandes an dieser Stelle verzichten. Hier will ich nur, unter Benutzung der unterdess erschienenen wichtigsten Arbeiten über diesen Gegenstand, besonders der Werke von Jourdanet und Paul Bert, so wie auf Grund neuer eigener Untersuchungen, eine vergleichende Skizze zwischen dem pneumatischen Cabinet und dem transportablen pneumatischen Apparate ent-

werfen, um diejenigen Punkte, in welchen die Wirkungen beider einander ähnlich, und nicht minder diejenigen, in welchen sie von einander unterschieden sind, auseinanderzusetzen. Mich leitet hierbei kein anderer Gedanke, als der, der Wahrheit zu ihrem Rechte zu verhelfen. Eine Voreingenommenheit gegen die pneumatischen Cabinette wird mir niemand zur Last legen, der meine Arbeiten kennt; vielmehr habe ich mich stets bemüht, ihnen Gerechtigkeit widerfahren zu lassen, und zwar noch zu einer Zeit, wo sie sonst nur weniger Freunde sich rühmen konnte. Freilich hielt ich mich immer, ebenso wie von ihrer Unterschätzung, auch von ungerechtfertigtem Enthusiasmus fern; ich erkannte an, was nach meiner Ueberzeugung und Erfahrung sich bewährt hatte, gegen das übrige blieb ich reservirt. Auch jetzt halte ich noch einzelne Vorzüge derselben eben so aufrecht wie sonst, unbekümmert um manche Vorkommnisse der letzten Jahre, die mich in eine gewisse Gegnerschaft zu ihnen hineinzudrängen sehr geeignet gewesen wären.

Durch meine offene Kritik der pneumatischen Cabinette in der ersten Auflage dieses Werkes ist es mir gelungen, die Gegner der neuen pneumatischen Therapie, welche bis dahin nur im geheimen gegen dieselbe gearbeitet hatten, zum Sprechen zu bringen. Welcher Art ihre Sprache war, welcher Kampfmittel sie sich bedienten, darauf habe ich in diesen Blättern bereits zum öfteren hinzuweisen Gelegenheit gehabt (vergl. besonders p. 277 und 425), und darauf ziemt sich von meiner Seite, ich muss es wiederholen, nur eine Antwort: Schweigen. Thatsachen, welche auch nur eine einzige meiner Anschauungen widerlegten, haben sie keine beizubringen vermocht.

Es wird der Schein verbreitet, die transportablen pneumatischen Apparate seien, wenn sie überhaupt nützen, im besten Falle nur Surrogate der pneumatischen Cabinette; wo diese, als die besseren und vollkommeneren Heilmittel, existiren, seien jene überflüssig. Dieser Schein wirkt auf die unwissende und gedankenlose Masse sehr überzeugend; denn die pneumatischen Cabinette sind sehr kostspielige Apparate, die nicht ein jeder besitzen kann, sie kosten hundert Mal oder noch mehr so viel als der transportable Apparat, und was theurer ist, muss der gewöhnlichen Annahme nach auch besser und werthvoller sein! Die Demonstration des wahren Werths eines Gegenstandes nach dem, was er kostet, wirkt auf unkundige sehr überzeugend, und leider zählen zu den letzteren auch eine grosse Zahl von Aerzten, die keine Gelegenheit hatten, sich mit dem Gegenstand vertraut zu machen.

Von vorn herein begegnet man gewöhnlich der Anschauung: die pneumatischen Cabinette müssten um vieles wirksamer sein als die transportablen Apparate, weil diese letzteren nur mit einem sehr geringen Drucke, jene mit einem unverhältnissmässig viel höheren Drucke (gewöhnlich $^2/_7$—$^3/_7$, selbst bis zu $^1/_2$ Atmosph.) arbeiten. Man beliebt auch wohl zu verstehen zu geben, dass man bei den transportablen Apparaten nur aus Noth mit dem kleineren Drucke arbeitet, weil man grösseren nicht zu erzielen vermag. Wer nur einigermassen mit dem Gegenstand sich vertraut gemacht hat, weiss, dass dies ein Irrthum ist. Ich glaube zur genüge bewiesen zu haben, dass wir mit der Steigerung der Druck- und Zugkraft über ein gewisses Maximum hinaus sehr vorsichtig sein müssen; die höchsten Druckkräfte, welche der transportable Apparat gestattet, dürfen wir überhaupt niemals in der Therapie verwenden. Die pneumatischen Cabinette arbeiten nur deshalb mit viel grösseren Druckkräften als die transportablen Apparate, weil die Art ihrer Wirkung eine ganz andere ist als die der letzteren. Bei den transportablen Apparaten wirken wir durch die Differenz zwischen dem auf den Lungen einerseits und dem auf dem Thorax und dem ganzen übrigen Körper andererseits lastenden Drucke. Diese Differenz ist aber die volle Druck- und Zugkraft, welche wir in Anwendung ziehen. Bei den pneumatischen Cabinetten dagegen ist jene Differenz gleich Null, denn derselbe erhöhte Druck lastet nicht einseitig nur auf den Lungen allein, sondern in gleicher Weise auch auf der äusseren Oberfläche des Thorax und des gesammten Körpers; der äussere und der innere Druck halten einander das Gleichgewicht, und deshalb kann der Organismus ohne Schaden eine so hohe Drucksteigerung — freilich nur wenn sie allmälig, nicht plötzlich geschieht — ertragen.

Die Höhe der Luftdrucksteigerung bei den transportablen pneumatischen Apparaten ist demnach mit derjenigen der pneumatischen Cabinette absolut nicht zu vergleichen, es sind zwei gegen einander durchaus incommensurable Grössen. Die Wirkung der transportablen Apparate beruht, wie wir sahen, auf dem mechanischen Effect der Druckdifferenz zwischen der eingeathmeten Luft und der äussseren Atmosphäre; in den pneumatischen Cabinetten dagegen fehlt jene Druckdifferenz ganz, und deshalb kommt eine adäquate mechanische Wirkung überhaupt nicht zu stande. Die physiologischen

Wirkungen der pneumatischen Cabinette sind wesentlich anders gestaltet als die der Apparate. In wenigen Worten will ich dieselben nach dem neuesten Standpunkt unseres Wissens zu skizziren versuchen. Zur Grundlage dienen mir, so weit ich mich auf die Beobachtungen fremder Autoren beziehe, hauptsächlich die beiden bedeutendsten und wahrhaft klassisch zu nennenden Werke, welche über diesen Gegenstand erschienen sind, das ältere von Rud. v. Vivenot[1]), das neueste von Paul Bert[2]).

Nach den übereinstimmenden Untersuchungen aller Autoren beobachtet man beim Aufenthalt in der verdichteten Luft der Cabinette — ausser den sehr charakteristischen Druckerscheinungen auf das Trommelfell, die ich hier übergehen kann — 1) eine Verlangsamung der Athemfrequenz, 2) eine Vermehrung der Vitalcapacität, 3) eine Verminderung der Pulsfrequenz. Alle diese Wirkungen überdauern den Aufenthalt im pneumatischen Cabinette durch längere oder kürzere Zeit. Eine Streitfrage war von je her: sind diese Wirkungen eine Folge des mechanischen Effects der comprimirten Luft, oder sind sie chemischer Natur, einzig hervorgerufen durch die vermehrte Sauerstoffzufuhr?

Was für einen mechanischen Effect spricht, ist unzweifelhaft die vermehrte Vitalcapacität. Wie aber diese erklären, da aussen auf der Brust derselbe erhöhte Luftdruck wie innen auf den Lungen lastet, also ein mechanisches Moment zur Ausdehnung des Thorax nach aussen überhaupt nicht vorliegt? Alle wissenschaftlichen Beobachter stimmen nun darin überein, und gerade die besten unter ihnen urgiren es am meisten (v. Vivenot, Panum, Paul Bert), dass die Zunahme des Brustraums bewirkt werde durch das Herabsteigen des Zwerchfells; die Lungen werden demnach nach unten ausgedehnt, indem das Diaphragma schon bei der gewöhnlichen flachen Athmung eine so tiefe Mittelstellung einnimmt, wie sie im normalen Verhältniss dem Stande bei tiefer Inspiration entspricht. Das Herabsteigen des Zwerchfells lässt sich nun, meiner Meinung nach, folgendermassen mechanisch erklären: Beim Aufenthalt in comprimirter Luft findet zwar der gleiche Druck auf die innere Oberfläche der Lungen wie auf den Thorax

1) Rud. v. Vivenot jun.: Zur Kenntniss der physiologischen Wirkungen und der therapeutischen Anwendung der verdichteten Luft. Erlangen. Ferd. Enke. 1868.

2) Paul Bert: La pression barométrique. Paris. Masson. 1878.

statt; es kann deshalb zwar der Thorax nicht ausgedehnt werden, aber dennoch kann die Lunge als ein elastischeres Gewebe dem Drucke mehr nachgeben als die weniger elastische Thoraxwand. Am wenigsten nun dem äusseren Drucke ausgesetzt ist das Zwerchfell, weil es, durch die Bauchhöhle geschützt, nicht direct von dem auf der äusseren Körperoberfläche lastenden Gegendruck betroffen wird, oder mit anderen Worten durch die Widerstände der dazwischen liegenden Körperpartien von einem Theile des Druckes entlastet wird. Hierzu kommt noch die Verdichtung der Darmgase durch den äusseren Druck: indem sie den Abdominalraum verkleinert, unterstützt sie das Herabsteigen des Zwerchfells. Auf die Verdichtung der Darmgase unter dem Einfluss der comprimirten Luft legen v. Vivenot, Panum, Paul Bert das Hauptgewicht, und nach Paul Bert ist sogar die Verdichtung der Darmgase der einzige mechanische Effect, welchen die comprimirte Luft überhaupt ausübt[1]).

Eine andere rein mechanische Wirkung der pneumatischen Cabinette auf die Respiration als das Herabsteigen des Zwerchfells — mag man sie erklären, wie man wolle — ist bisher überhaupt nicht nachgewiesen. Vergleichen wir diese mechanische Wirkung mit derjenigen der transportablen pneumatischen Apparate, so ist eine Analogie nur mit den Einathmungen der comprimirten Luft vorhanden. Auch diese dehnt den Thorax aus. Aber wie unvergleichlich ausgiebiger wirkt hier die Einathmung der comprimirten Luft aus dem transportablen Apparat, trotz seiner relativ geringen Druckkraft, als der Aufenthalt im Cabinet! Während der letztere den Thoraxraum nur nach dem Zwerchfell hin erweitert, bringt die erstere eine grössere Ausdehnung der gesammten Thoraxwand zu stande.

Was nun die mechanischen Wirkungen des pneumatischen Cabinets auf die Circulation betrifft, so sind dieselben noch viel mehr der Klärung bedürftig. Ueber die directe Wirkung auf das Herz wussten wir bisher nichts gewisses und waren ganz allein auf Hypothesen angewiesen. Experimentell physiologisch

1) Wenn Herrn G. Lange das Heranziehen der Darmgase gar so sehr missfällt, dass er es selbst lächerlich zu machen versucht, so mag er sich darüber mit den oben genannten Autoren auseinandersetzen. Ich für meinen Theil kann mich nur auf die Seite derjenigen stellen, welche ihre Ansichten wissenschaftlich zu begründen vermögen.

wurde der Gegenstand noch nicht genügend erforscht, theoretisch ist die Sachlage viel zu complicirt, als dass sich a priori zwingende Schlüsse aufbauen lassen. So viel scheint von vorn herein sicher, dass im pneumatischen Cabinet die mechanische Arbeit des Herzens erschwert wird. Zwar wird wohl der negative Lungendruck herabgesetzt und dadurch die Druckkraft des Herzens gesteigert; aber andererseits lastet der erhöhte Druck auch auf sämmtlichen Körperarterien und Capillaren, und setzt dem Einpumpen des Blutes in dieselben vermehrten Widerstand entgegen, ein Widerstand, der wahrscheinlich den Kraftgewinn bei weitem überwiegt. Dieser theoretischen Deduction entspricht auch die durch Beobachtungen festgestellte Thatsache, dass unter der Einwirkung des pneumatischen Cabinetts der Puls klein, schwach, oft selbst fadenförmig und nahezu unfühlbar wird. Dem entspricht ferner die Warnung vieler Autoren, Herzkranke in's pneumatische Cabinet zuzulassen, und die gefährliche Wirkung, die bei diesen zuweilen beobachtet wurde (Pravaz, G. Lange).

Auf den Standpunkt von Paul Bert, welcher die mechanische Wirkung der verdichteten Luft in den Cabinetten auf die Circulation überhaupt nicht für beachtenswerth hält, vermag ich mich nicht zu stellen. Die Untersuchung des mechanischen Effects ist bei seinen sonst so ausgezeichneten und überaus zahlreichen Experimenten leider viel zu kurz gekommen. Die chemische Seite der Frage erhielt durch ihn so viele glänzende Stützpunkte, dass er darüber die mechanische vernachlässigen zu dürfen glaubte.

Ich finde bei ihm im ganzen nur 2 Experimente an Hunden (p. 838), an denen der Blutdruck beim Aufenthalt in comprimirter Luft gemessen wurde. In dem einen Experiment steigt unter einer Luftverdichtung von 530 Mm. der mittlere Blutdruck von 122 Mm. auf 138 Mm. Hg., das Minimum des Blutdrucks von 110 auf 120 Mm., das Maximum von 134 auf 156 Mm. In dem zweiten Experiment stieg unter dem gleichen Luftdruck der mittlere Blutdruck von 58 auf 104 Mm., um bei normalem Druck auf 98 Mm. zurückzusinken.

Betrachten wir diese Resultate etwas näher, so muss uns zunächst die bedeutende Differenz in den Resultaten beider Experimente auffallen; in dem ersten eine Steigerung des mittleren Blutdruckes um nur 13 pCt., im zweiten um fast 80 pCt., sodann im letzten Falle bei normalem Druck eine Rückkehr auf 169 pCt. des ursprünglichen Werthes. Was aber viel wichtiger, ist die Vergleichung der gefundenen Blutdruckerhöhung mit der Druckerhöhung der umgebenden Luft. Während diese letztere von 760 Mm. auf 1290 Mm. Hg., d. h. um fast 70 pCt. gesteigert wurde, bezifferte sich im ersteren Experiment die Blutdrucksteigerung nur auf 13 pCt.; der relative Blutdruck war

demnach im Vergleich zur äusseren Luft erheblich gesunken! Ich bin einigermassen überrascht, dass Bert diese Vergleichung nicht anstellte. Mir scheint sie von ganz eminenter Bedeutung für die Beurtheilung des Einflusses der comprimirten Luft auf die Circulation.

Im zweiten Bert'schen Experiment trat im Gegensatz zum ersten nicht nur eine hohe absolute, sondern auch eine geringe relative Blutdrucksteigerung unter dem Einfluss der comprimirten Luft ein. Vergleicht man jedoch den Blutdruck auf der Höhe der Einwirkung der comprimirten Luft nicht mit dem Anfangs-, sondern mit dem Enddruck in gewöhnlicher Atmosphäre, so tritt uns auch hier ein relativ beträchtlich niedrigerer Blutdruck unter dem Einfluss der comprimirten Luft entgegen.

Blutdruckversuche an Thieren im pneumatischen Cabinet stellten auch Jacobson und Lazarus an[1]). Dieselben fanden gleich Bert den Blutdruck unter dem Einfluss der comprimirten Luft anwachsen, aber in einem relativ nur geringen Verhältniss, wenige Millimeter bis zu $^1/_{12}$ des ursprünglichen Druckes, einmal bis zu $^1/_8$. Einen principiellen Werth schienen die Verfasser dieser geringen Drucksteigerung nicht beizulegen.

Erwägen wir indess, dass, während der absolute Blutdruck sich um höchstens $^1/_{12}$ bis $^1/_8$ steigerte, der umgebende Luftdruck von 760 Mm. auf 1180 Mm. Hg., also um 55 pCt. zunahm, so erscheint mir dieser Umstand, auf den die genannten Autoren eben so wenig wie Paul Bert Rücksicht nahmen, von der weittragendsten Bedeutung; er zeigt auch hier eine sehr wesentliche relative Blutdruckabnahme unter dem Einfluss der comprimirten Luft.

Paul Bert eifert gegen die Ansichten derer, welche gleichsam eine Compression der Körpersubstanz unter dem Einfluss der verdichteten Luft supponirten: eine solche Ansicht sei unphysikalisch wegen der Uncompressibilität der Flüssigkeiten. Gewiss hat Bert darin Recht: die Flüssigkeiten werden nicht comprimirt. Aber die Gewebe, welche die Flüssigkeiten enthalten, namentlich die Blutgefässe und Lymphbahnen sind als elastische Membranen compressibel, sie verengern sich, sobald der äussere Druck über den inneren überwiegt, und treiben die in ihnen enthaltenen Flüssigkeiten nach Orten, wo geringere Widerstände für die Erweiterung der Gefässe und demnach Platz zum Ausweichen vorhanden ist. Finden sich dazu noch gegen den äusseren Druck geschützte Organe, wie die Nieren, in welchen ein Theil der Flüssigkeit —

1) Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 51. 1877. Jacobson und Lazarus: Ueber den Einfluss des Aufenthalts in comprimirter Luft auf den Blutdruck. — Deutsche Zeitschrift für praktische Medicin 40. 78. Lazarus: Ueber die Wirkung des pneumatischen Cabinets in chronischen Respirationskrankheiten.

durch vermehrte Excretion vermöge des gegen früher absolut gesteigerten Blutdrucks — nach aussen zu entweichen, also die Gefässe ihres Inhalts zu entlasten vermag, so wird dies um so mehr mit Nothwendigkeit eintreten müssen.

Nur dann, aber auch nur dann allein, kann keine mechanische Einwirkung der comprimirten Luft auf die Circulation zu stande kommen, wenn der Blutdruck nicht nur, sondern auch der Druck in den Lymphbahnen und in den Flüssigkeit enthaltenden Geweben selbst genau in demselben Verhältniss gesteigert wird, wie der Druck in der umgebenden Luft. Dass dies in Wirklichkeit geschieht, diesen Beweis zu führen ist Paul Bert uns schuldig geblieben. Bis dieser Beweis erbracht ist, wird es deshalb erlaubt sein, eine mechanische Wirkung auf die Circulation anzunehmen, so weit die bisher beobachteten Thatsachen augenscheinlich dafür zu sprechen scheinen.

Eine solche mechanische Wirkung äussert sich meines Erachtens — und hiermit stimme ich mit den meisten Autoren ausser Bert überein — in der veränderten Blutvertheilung, welche sich unter dem Einfluss der comprimirten Luft geltend macht. Dieselbe wirkt am energischsten, weil hier die geringsten Widerstände, auf die peripherischen Gefässe ein; je tiefer dagegen die Gefässe gelegen sind, um so grössere Widerstände bieten die dazwischen liegenden Körpertheile der Compression[1]). Die Folge davon ist, dass das Blut von der Peripherie nach dem Centrum verdrängt wird. Die oberflächlichsten und am wenigsten gespannten Gefässe, wie die kleinsten Arterien, Capillaren, Venen, Lymphgefässe in der Haut und den der Luft zugänglichen Schleimhäuten können dabei ihr Lumen grösstentheils oder sogar vollkommen einbüssen. Dass dies in Wirklichkeit geschicht, dafür scheint die von allen Autoren beobachtete abnorme Blässe der Haut und der sichtbaren Schleimhäute beim Aufenthalt in comprimirter Luft mit Sicherheit zu sprechen. Es ist kaum zu zweifeln, dass auch die Lungen unter dieser Wirkung blutärmer werden. Wo bleibt nun aber das von der Peripherie verdrängte Blut? Wahrscheinlich fliesst es reichlicher den inneren Organen, namentlich dem Gehirn und Rückenmark, der Leber, den Nieren, den tief gelegenen Muskeln u. s. w. zu; denn eine gewisse Breite der Ausdehnung gestatten

1) Ich verweise auf meine Beobachtungen über die Arterienspannung in meiner Brochüre über Puls- und Blutdruckmessung am Menschen.

ja deren Gefässe. Wie weit in die Tiefe die gefässverengernde Wirkung der comprimirten Luft reicht, und wo die compensatorische Erweiterung beginnt, wird einerseits von der Höhe des Luftdrucks, andererseits von der Höhe des Blutdrucks und der Widerstände der Gewebe abhängen. In den Nieren kommt es, wie regelmässig beobachtet, zu einer vermehrten Harnexcretion, wahrscheinlich in Folge des gesteigerten absoluten Blutdrucks, und hierdurch tritt zugleich eine Entlastung des Bluts von einem Theile seiner Flüssigkeit ein — wiederum eine Compensation für die Verengung eines Theils der Gefässbahn.

All dies kann freilich so lange nur auf den Werth einer Hypothese Anspruch erheben, bis directe physiologische Untersuchungen die thatsächliche Realität nachgewiesen haben, und es fehlte bisher an Mitteln, der Frage direct beizukommen.

Durch meine Pulsmessung ist nunmehr eine Methode gewonnen, durch welche es mit Leichtigkeit gelingt, die Circulation und die Veränderung derselben durch äussere Einflüsse am Menschen selbst zu studiren. Gerade zur Erörterung der Frage über die Wirkung der comprimirten und verdünnten Luft auf den Puls und den Blutdruck schien mir die Pulsmessung ganz besonders geeignet, und ich ging deshalb an die Aufgabe, dieselbe zur Lösung unserer Frage zu benutzen.

Unter freundlicher Erlaubniss der Direction des vorzüglich eingerichteten pneumatischen Cabinets des hiesigen jüdischen Krankenhauses, insbesondere des Leiters desselben, Herrn Dr. Lazarus, stellte ich nun in demselben eine directe Messung des Pulses und des Blutdrucks am Menschen mittels meiner Pulsuhr an. Herr Dr. Lazarus und Herr Dr. Wulffert, welche für den Versuch sich lebhaft interessirten, blieben mit mir und dem zu messenden Individuum in dem gut ventilirten und geräumigen, aus zwei mit einander verbundenen Kammern bestehenden Cabinet und unterstützten mich bei dem Versuch.

Als Versuchsobject diente uns ein intelligenter, kräftiger junger Mann von 22 Jahren, der an Lues litt, aber im übrigen gesund war. Er hielt während der ganzen Zeit so vorzüglich, dass auch nicht die mindeste Störung während der verschiedenen Messungen eintrat. Seine Grösse beträgt 178 Ctm. Pulsfrequenz am Anfang 76. Temperatur des Cabinets auf 24° Cels. sich erhaltend. (So viel ungefähr betrug auch die Aussentemperatur.)

Ich behalte mir vor, die Messungstabellen bei einer anderen Gelegenheit zu veröffentlichen, und will hier nur die gewonnenen Resultate mittheilen.

Die erste Messung erfolgte um 11 Uhr 38 Min., nachdem der Luftdruck des Cabinets behufs kräftiger Ventilation um 60 Mm. Hg. gesteigert worden war. Nach der Messung blieb der Arm der Versuchsperson in der bisherigen Lage, und der Luftdruck wurde allmälig auf 390 Mm. Hg. Ueberdruck gesteigert und auf demselben während des Verlaufs der zweiten Messung, die um 12 Uhr 35 Min. beginnt, constant erhalten. Nach der zweiten Messung wird der Arm aus der Schiene entfernt, um das Versuchsindividuum während der langen Zeitdauer des absteigenden Druckes nicht zu ermüden und ihm Bewegung des Armes zu gestatten. Um 1 Uhr beginnt man den Druck allmälig zu erniedrigen; um $1^1/_2$ Uhr ist er zur Norm zurückgekehrt. Um möglichst ähnliche Versuchsbedingungen zu erhalten, haben wir schon etwa 10 Minuten vor dem Beginn der dritten Messung, die nunmehr erfolgt, den Arm wieder in die Schiene der Pulsuhr gelegt und ihn befestigt. Die dritte Messung wird nun unter dem gewöhnlichen Luftdruck von 760 Mm. Hg. ausgeführt.

Die Resultate der drei Messungen stelle ich der Uebersicht halber in folgender Tabelle zusammen:

	Erste Messung. Ueberdruck von 60 Mm., also Luftdruck = 820 Mm. Hg.	Zweite Messung. Ueberdruck von 390 Mm., also Luftdruck = 1150 Mm. Hg.	Dritte Messung. Gewöhnlicher Atmosphärendruck, 760 Mm. Hg.
Durchmesser der Radial-Arterie (resp. Füllung derselben)	6,37 Mm.	5,83 Mm.	6,55 Mm.
Höhe der Pulswelle, resp. Grösse des Pulses	0,10 Mm.	0,06 Mm.	0,08 Mm.
Pulskraft	8,80 Grm.-Mm.	5,58 Grm.-Mm.	7,92 Grm.-Mm.
Pulsfrequenz	76	60	(Leider nicht gezählt.)
Blutumlaufs-Quotient	$\frac{6,37}{2.0,10} = 31,8$	$\frac{5,83}{2.0,06} = 48,6$	$\frac{6,55}{2.0,08} = 41$
Blutwechsel-Coefficient.	$\frac{31,8.60}{76} = 25$ Sec.	$\frac{48,6.60}{60} = 48,6$ Sec.	—
Gesammte Arterienspannung	573 Grm.	422 Grm.	681 Grm.
Arterienwandspannung nebst sonstigen Widerständen	438 Grm.	324 Grm.	564 Grm.
Blutdruckspannung	135 Grm.	98 Grm.	117 Grm.
Absoluter Blutdruck	$\frac{135.820}{413} = 268$ Mm. Hg.	$\frac{98.1150}{413} = 273$ Mm. Hg.	$\frac{117.760}{413} = 215$ Mm. Hg.
Relativer Blutdruck, auf 760 Mm. Hg. Atmosphärendruck berechnet	$\frac{135.760}{413} = 248$ Mm. Hg.	$\frac{98.760}{413} = 180$ Mm. Hg.	$\frac{117.760}{413} = 215$ Mm. Hg.

Betrachten wir diese Ergebnisse, so stellt sich folgendes heraus:

1. Die Füllung der Radialarterie nimmt unter dem gesteigerten Druck ab. Je stärker der äussere Luftdruck, um so kleiner ist ihr Durchmesser (bei 760 Mm. Hg. betrug er 6,55 Mm., bei 820 Mm. Hg. 6,37 Mm. und bei 1150 Mm. Hg. nur 5,83 Mm.). Dies stimmt vollständig mit den bisherigen Beobachtungen, welche sämmtlich ein Erblassen der Haut unter erhöhtem Drucke constatiren, und mit meinen oben geäusserten Anschauungen über die mechanische Wirkung des erhöhten Blutdrucks überein. In ähnlichen Verhältnissen wie die Art. Radialis befinden sich sämmtliche mehr oder weniger oberflächlich liegenden Gefässe.

2. Die Pulsgrösse nimmt unter erhöhtem Druck ab. Dies ist bereits durch den tastenden Finger oft genug constatirt worden. Hier ist zum ersten Mal ein zahlenmässiger Beleg für die Richtigkeit dieses Urtheils geliefert worden. Unter dem erhöhten Druck sank die Pulshöhe von 0,10 Mm. auf 0,06 Mm. Beim Uebergang zum normalen Druck stieg sie wieder auf 0,08 Mm., erreichte also nicht ihre Initialhöhe. Dies ist als eine Nachwirkung des Aufenthalts in comprimirter Luft anzusehen. Analog der Pulsgrösse verhält sich auch die Pulskraft: sie fällt unter der Drucksteigerung von 8,80 Gramm-Millim. auf 5,58 herab, erhöht sich wieder bei der Druckabnahme, kehrt aber nicht — wiederum als Nachwirkung aufzufassen — zur ursprünglichen Höhe zurück.

3. Die Circulation ist unter erhöhtem Druck verlangsamt. Dass die Pulsfrequenz sich unter erhöhtem Druck vermindert, ist seit lange von allen Autoren constatirt. Dass aber auch ganz unabhängig von der Pulsfrequenz die Circulation verlangsamt ist, musste bisher völlig unbekannt bleiben, da es an Mitteln fehlte, darüber Aufschluss zu erhalten. Erst durch die Untersuchung mittels der Pulsuhr werden wir auch über diesen höchst wichtigen Punkt aufgeklärt. Während der Blutumlaufsquotient bei dem Initialdruck von 820 Mm. Hg. 31,8 betrug, d. h. dem mittleren Mass bei gesunden Personen entsprach, stieg er unter erhöhtem Druck auf 48,6 und sank wieder bei der Druckerniedrigung auf 41. Mit anderen Worten: während beim Anfangsdruck der 31. Theil der gesammten Blutmasse durch jede Systole arterialisirt wurde, geschah dies unter erhöhtem Drucke nur mit

dem 48. Theil. Die hinzukommende Verlangsamung des Pulses von 76 auf 60 bewirkte eine noch weiter gehende Verlangsamung, die sich im Blutwechselcoefficienten zu erkennen giebt: während beim Anfangsdruck ein Blutumlauf in 25 Sekunden vollendet war, verlangsamte er sich unter erhöhtem Drucke auf 48,6 Sekunden. Bei der Rückkehr unter den normalen Druck wurde die Circulation zwar wieder etwas beschleunigt, kehrte aber nicht zur früheren Grösse zurück, sondern blieb verlangsamt — wiederum als Nachwirkung der comprimirten Luft aufzufassen.

Diese Verlangsamung der Circulation kann auf zwiefache Weise erklärt werden: 1) durch die vermehrte Sauerstoffaufnahme, 2) durch die mechanische Wirkung auf das Herz. Durch erstere erhält das Blut mit jeder Systole eine grössere Sauerstoffmenge als in der Norm; die Medulla oblongata, reicher mit Sauerstoff bespült, wird deshalb weniger erregt, und aus der verminderten Innervation folgt Verlangsamung der Athmung und der Circulation. Auf mechanischem Wege andererseits erfolgt die Verlangsamung durch die Vermehrung der peripherischen Widerstände für die Circulation und die Erschwerung der Herzarbeit. Ich glaube, dass nicht ein Moment für sich allein, sondern beide Momente, das chemische und mechanische, für das Endresultat zusammen wirken. Das langsamere Tempo der Herzcontractionen schützt den Herzmuskel zugleich vor Ermüdung, und die grössere Sauerstoffzufuhr vermag seine Energie zur Ueberwindung der abnormen Widerstände zu erhöhen.

4) Die Arterienspannung nimmt unter erhöhtem Druck ab. Dieselbe betrug bei 760 Mm. Hg. 681 Grm., bei 820 Mm. Hg. 573 Grm., bei 1150 Mm. Hg. nur 422 Grm. Bewirkt wird diese Spannungsabnahme nur zum Theil durch Verminderung des Blutdrucks, zum grössten Theile dagegen durch Erniedrigung der Arterienwandspannung. Die comprimirte Luft übernimmt gleichsam einen Theil des Druckes, welcher erforderlich ist, um den Widerstand der Arterienwand und der umgebenden Weichtheile behufs Compression derselben zu überwinden. Am klarsten drückt sich dieses Verhältniss in den Zahlen, welche die von mir sogenannte Arterienwandspannung, d. h. die Gesammtspannung abzüglich des Blutdruckes, repräsentiren, aus: je nach der Höhe des Luftdruckes 564, 438, 324 Gramm.

5) Der absolute Blutdruck wird unter comprimirter Luft in einem geringen Grade erhöht, der relative Blut-

druck dagegen, d. h. der Blutdruck im Verhältniss zur umgebenden Luft, in beträchtlichem Grade herabgesetzt.

Dieser Befund scheint mir von ausserordentlicher Wichtigkeit, um so mehr, als er mit meiner Deutung der Ergebnisse des ersten Bert'schen Versuchs und der Experimente von Jacobson und Lazarus an Thieren auf's vollständigste übereinstimmt. Unter einem Luftdruck von 820 Mm. Hg. betrug der absolute Blutdruck 268 Mm. Hg., derselbe stieg bei einem Luftdruck von 1150 Mm. Hg. auf 273 Mm. Hg., also nur um ein geringes — genau so wie bei Jacobson und Lazarus. Vergleichen wir jedoch die gewonnenen Blutdruckzahlen mit dem Druck der umgebenden Luft — und die Vergleichung ist nothwendig, denn jede Kraftleistung darf immer nur mit den Druckverhältnissen der umgebenden Atmosphäre in Proportion gestellt werden — so gewinnen wir ein vollkommen anderes, und zwar, wie mir scheint, ein viel richtigeres Bild. Dasselbe drückt sich am präcisesten in den Gewichtswerthen aus, welche die Blutdruckspannung repräsentiren: bei einem Druck von 820 Mm. Hg. ist der Blutdruck = 135 Grm., bei einem Luftdruck von 1150 Mm. Hg. nur = 98 Grm. In dem Verhältniss von 135 : 98 ist demnach der Blutdruck unter der comprimirten Luft gesunken, oder rechnen wir diese Gewichte auf den Normaldruck von 760 Mm. Hg. um, so erhalten wir einen Abfall des Blutdrucks von 248 Mm. Hg. auf 180 Mm. Hg.

Auch hier wieder macht sich eine Nachwirkung geltend: Beim Herabgehen zum normalen Blutdruck sinkt zwar der absolute und steigt der relative Blutdruck, aber nicht im richtigen Verhältniss; es bleibt eine Erniedrigung des Blutdrucks (215 Mm. Hg.) bestehen.

Das Sinken des relativen Blutdrucks geht genau mit der Verlangsamung der Circulation Hand in Hand. Auch zur Erklärung dieses Sinkens des relativen Blutdrucks sind meiner Ansicht nach sowohl die chemischen Wirkungen der vermehrten Sauerstoffzufuhr und ihr Einfluss auf die Medulla oblongata einerseits, als auch der mechanische Effect der erhöhten peripherischen Widerstände, der durch die Erhöhung der intrathoracischen Druckkraft nicht compensirt zu werden vermag, massgebend.

Dass die Arbeit des Herzens beim Aufenthalt in comprimirter Luft erschwert ist, scheint mir aus der Erhöhung der peripherischen Widerstände, denen das Herz, obgleich es absolut mehr Arbeit leistet (Erhöhung des absoluten Blutdrucks), dennoch

mit einer Erniedrigung des relativen Blutdrucks antwortet, hervorzugehen. Indess, wie bereits bemerkt, ist glücklicherweise ein Moment vorhanden, welches das Herz vor Ermüdung schützt: nämlich die vermehrte Sauerstoffzufuhr, welche dem Herzmuskel gestattet, sich bei jeder Systole besser zu ernähren und in einem langsameren Tempo zu arbeiten. Es verhält sich hierbei das Herz übrigens, wie jeder andere Muskel, welcher zur Erzielung eines gleichen Effects in comprimirter Luft eine grössere Arbeit aufzuwenden, gleichsam eine grössere Last zu heben hat, als in gewöhnlicher Atmosphäre. Am besten tritt dies beim Sprechen hervor, indem man die grössere Anstrengung resp. den grösseren Kraftaufwand der Stimmbandmuskeln fühlt, um sich in comprimirter Luft laut vernehmlich zu machen.

6) Noch einen wichtigen Punkt habe ich zu erörtern, der sich aus meinem Experiment mit absoluter Sicherheit ergiebt. Wie bereits mitgetheilt, liess ich den Arm der Versuchsperson nach der ersten Messung in der Schiene der Pulsuhr unbewegt liegen, und zwar wählte ich die Stellung derart, dass die Pelotte genau auf der Berührungsstelle der Haut, wo die erste Pulsspur begann, eingestellt blieb. Ich wollte hierdurch feststellen, ob eine Compression der Weichtheile unter dem Einfluss der comprimirten Luft statthat. Ist dies nämlich der Fall, so muss bei Steigerung des Luftdrucks die Haut von der Pelotte abrücken und die Pulsation aufhören. In der That traf dies bei meinem Versuch zu. Als die Luftcompression ihre Höhe von 1150 Mm. Hg. erreicht hatte, war keine Spur von Puls wahrnehmbar, und es musste die Pelotte 1,36 Mm. heruntergeschraubt werden, ehe die erste Pulsation wieder begann. Da die Abnahme des Arterienlumens, wie sich später herausstellte, nur 6,37 — 5,83 Mm. = 0,54 Mm. betrug, so kommt die weitere Abnahme von 1,36 — 0,54 = 0,82 Mm. auf eine Compression der Weichtheile. Wie ich bereits früher ausführte, denke ich hierbei nicht an eine Compressibilität von festem Gewebe oder von Flüssigkeit, sondern nur an die Compression der kleinsten Gefässe, namentlich Capillar- und Lymphgefässe, welche durch den Druck verengt, eines Theils ihres Inhalts beraubt, denselben an die tiefer liegenden Gefässe abgegeben haben.

Mit diesem durch die Messung gewonnenen directen Zahlennachweis wird meine oben geäusserte Ansicht — entgegen Paul Bert u. a. — bestätigt, und zugleich die seit lange feststehende

Beobachtung der Erblassung der Haut und Schleimhäute unter dem Einfluss der comprimirten Luft neu gestützt.

Die mechanische Wirkung der comprimirten Luft auf die Circulation scheint mir hiernach vollkommen sicher gestellt, und zwar nicht blos als eine nebensächliche, sondern als eine solche von sehr grosser Bedeutung. Ich erwarte den Einwand, dass ein einziges von mir ausgeführtes Experiment nicht hinreiche, die gewonnenen Resultate zu generalisiren. Aber ich selbst bin weit entfernt davon, einen allgemeinen Schluss zu ziehen, der nur aus einem einzigen Experiment abzuleiten wäre, halte mich jedoch für berechtigt, die Schlussfolgerungen zu verallgemeinern, so weit sie mit anderweitig gewonnenen Thatsachen übereinstimmen und durch eine auf physikalischem Boden stehende Theorie gestützt werden. Dies, glaube ich, ist fast mit allen Ergebnissen der Fall, die ich bei meinem Versuche gewonnen, und für die ich Thatsachen und Theorie bereits habe sprechen lassen, um ihre Uebereinstimmung mit meinem Ergebniss zu constatiren. Ich habe ferner ein zweites Experiment in verdünnter Luft angestellt (vgl. das nächste Kapitel), welches als vollkommenes Gegenstück des eben mitgetheilten Versuchs zu betrachten ist und zu genau analogen Resultaten geführt hat.

Im einzelnen freilich wird manche Frage noch eine verschiedene Gestalt annehmen. Namentlich was die Nachwirkung der comprimirten Luft betrifft, die wir oben kennen gelernt, so enthalte ich mich jeder Verallgemeinerung, da diese von den mannigfaltigsten Umständen — Höhe des Luftdrucks, Dauer des Aufenthalts unter erhöhtem Druck, Schnelligkeit der Luftverdünnung, Individualität der Person u. a. — abhängen muss. In einigen Fällen wird die Nachwirkung mehr, in andern weniger hervortreten, in einigen sich nur, wie bei meiner Versuchsperson, auf die Pulsgrösse, Pulskraft, Verlangsamung der Circulation, Verminderung des Blutdrucks beziehen, in andern nicht alle diese Momente einschliessen, oder wieder in andern sich auch weiter, namentlich auch auf die Gefässfüllung ausdehnen. Zur Entscheidung specieller Fragen sind zahlreiche neue Experimente nothwendig. Im grossen und ganzen scheint mir aber ein sicherer Boden zum Weiterbauen bereits gewonnen.

Ueberblicken wir diese Wirkungen der comprimirten Luft im pneumatischen Cabinet und vergleichen sie mit denen des trans-

portablen pneumatischen Apparats, so weit sie mechanischer Natur sind, so kommen wir zu dem Schlusse:

Während die mechanischen Wirkungen der transportablen Apparate sowohl auf die Respiration wie auch auf die Circulation nach allen Richtungen sicher gestellt sind, und feste Indicationen sich auf denselben aufbauen lassen, ist die mechanische Wirkung des pneumatischen Cabinets auf die Respiration eine äusserst beschränkte, die mechanische Wirkung auf die Circulation war bisher überhaupt noch von gewichtiger Seite bestritten, und da, wo sie angenommen war, nur lückenhaft und hypothetisch. Nach meiner Ansicht und nach den obigen Untersuchungen und Deductionen besteht in der That eine erhebliche mechanische Wirkung auf die Circulation; aber diese ist von der Wirkung der transportablen pneumatischen Apparate völlig verschieden, und es fehlt bisher noch an der Aufstellung richtiger Indicationen, um sie für die Therapie nutzbar zu machen. Jetzt, wo mehr Klarheit, wie mir scheint, über die physiologischen Wirkungen gewonnen ist, werden sich auch die Indicationen genauer präcisiren, und wird ihre Richtigkeit in praxi sich prüfen lassen.

Wenden wir uns nunmehr zu den chemischen Wirkungen der comprimirten Luft. Noch vor wenigen Jahren galt es bei den Physiologen als ein Gesetz, das Blut vermöge nur einen bestimmten Bruchtheil des ihm durch die Athmung zugeführten Sauerstoffs zu binden; werde ihm mehr geliefert, so nehme es trotzdem nicht mehr davon in seine Blutkörperchen auf; werde ihm weniger als in der Norm, aber noch hinreichend genug, um die Blutkörperchen für ihren Bedarf zu sättigen, geliefert, so bemächtige es sich gleichfalls des ihm zukommenden Quantums, und es trete deshalb keine Unterbilanz der Blut- und Gewebsathmung ein. Obgleich dieser Satz gleichsam als Dogma vorgetragen wurde, so schien er mir dennoch von vorn herein weder auf die comprimirte Luft, bei welcher der Sauerstoff unter einem höheren Druck dem Blute zugeführt wird, noch auf die Verhältnisse bei Kranken, die an Athemnoth, d. h. an Sauerstoffmangel leiden, anwendbar, und ich sprach mich in diesem Sinne bereits in der ersten Auflage dieses Werkes aus. Seitdem ist nun durch die höchst wichtigen Untersuchungen von Paul Bert, mit denen auch die Experimente G. v. Liebig's übereinstimmen, jenes Dogma als nichtig erwiesen worden. Vielmehr ist es durch Bert festgestellt, dass bei vermehrter Sauerstoffzufuhr, resp. bei erhöhtem Luftdruck das Blut in der That mehr

Sauerstoff aufnimmt als in der Norm, und zwar um so mehr, je höher die Sauerstoffspannung der eingeathmeten Luft ist. Bei einer sehr bedeutenden Steigerung des Luftdrucks, über fünf Atmosphären hinaus, wirkt der Sauerstoff sogar als ein Gift auf das Blut und die Gewebe. Ist der Grad der giftigen Einwirkung des Sauerstoffs erreicht, so vermindern sich die Oxydationen im Körper, während bei geringerer Luftverdichtung dieselben gesteigert werden. Dies ist im wesentlichen die durch zahlreiche vorzügliche Experimente gestützte neue Lehre von Paul Bert. Mit dieser Lehre lassen sich die meisten physiologischen und therapeutischen Wirkungen der comprimirten Luft sehr wohl erklären; die vermehrte Sauerstoffzufuhr resp. erhöhte Sauerstoffspannung in dem pneumatischen Cabinet übt einen chemischen Einfluss auf den Organismus aus, Blut und Gewebe werden reicher an Sauerstoff, das Athembedürfniss wird deshalb vermindert, daher die Verlangsamung der Respiration und theilweise auch die Verlangsamung des Pulses, daher die Minderung oder Beseitigung der Dyspnoë, wo eine solche vorhanden.

In der chemischen Wirkung steht der transportable Apparat dem Cabinet entschieden nach; denn bei ersterem ist wegen des nicht so hohen Druckes die Mehrzufuhr von Sauerstoff überhaupt geringer, und ferner dauert die Einwirkung nicht so lange an wie im Cabinet, wo der Kranke gewöhnlich 2 Stunden zu verweilen pflegt. Ob wir nicht aber auch beim transportablen Apparat die gleiche Wirkung in kürzerer Zeit ebenfalls erzielen können, dadurch dass wir die Luft im Apparat zu einem Theil mit Sauerstoff mischen und demgemäss Sauerstoff unter erhöhtem Drucke zuleiten, müssen weitere Versuche lehren. Beruht die Wirkung des pneumatischen Cabinets auf Respiration und Circulation in Wirklichkeit vornehmlich auf vermehrter Sauerstoffaufnahme, so zweifle ich nicht, dass wir durch das angedeutete Verfahren mit dem transportablen Apparat analoges erreichen werden. So sprach ich mich bereits in der ersten Auflage dieses Werkes aus. Heute kann ich die erste Autorität auf diesem Gebiete, nämlich Paul Bert, zur Bekräftigung meiner Ansicht anführen, der, gestützt auf seine physiologischen Untersuchungen, zu einer ähnlichen Anschauung gelangte. Paul Bert glaubt überhaupt, dass durch Einathmungen von Sauerstoff, oder präciser einer einen hohen Procentsatz Sauerstoff enthaltenden Luft, das gleiche in einfacherer Weise werde geleistet werden können, wie durch die pneumatischen Cabinette. Indem

ich selbst jedoch Versuche nach der Richtung hin empfehle, dass sauerstoffreiche Luft mittels des transportablen Apparats in comprimirtem Zustand geathmet werde, verbinde ich damit noch die andere Absicht, nicht nur die Sauerstoffspannung durch die Compression zu vergrössern, sondern auch von den mechanischen Wirkungen der Compression neben den chemischen Nutzen zu ziehen.

Wir haben bisher nur die physiologischen Wirkungen verglichen. Resumiren wir dieselben, so können wir kurz sagen: In Bezug auf die mechanische Wirkung auf die Respiration werden die pneumatischen Cabinette von den transportablen pneumatischen Apparaten bei weitem übertroffen sowohl in der Sicherheit der Wirkung als auch in der Unanfechtbarkeit derselben. Auch die mechanische Wirkung auf die Circulation ist bei den transportablen Apparaten bereits so sicher präcisirt, dass sich feste Indicationen haben aufstellen lassen, die sich in praxi bewährten, während für die Cabinette die mechanischen Wirkungen auf die Circulation bisher überhaupt nicht genügend erkannt, ja vielfach bestritten waren, so dass richtige Indicationen auf Grund neuer physiologischer Anschauungen erst noch zu finden sind. In betreff der chemischen Wirkungen dagegen behaupten die pneumatischen Cabinette unstreitig den Vorrang. Durch Zumischung von Sauerstoff zur comprimirten Luft wird sich indess wahrscheinlich auch dieser ausgleichen lassen. Oder mit anderen Worten: Die Wirkungen der pneumatischen Cabinette und der transportablen Apparate sind verschiedenartig, die Stärke der ersteren ist der chemische, die der letzteren der mechanische Effect. Den physiologischen Wirkungen entsprechend gestalten sich auch die Indicationen bei Krankheiten.

Gehen wir nunmehr zur praktischen Seite der Frage über, zur Vergleichung der therapeutischen Leistungen der pneumatischen Apparate einerseits und der Cabinette andererseits.

Zunächst begegnet uns hier bei der Vergleichung der Umstand, dass wir im transportablen pneumatischen Apparat nicht ein einseitiges Heilmittel, sondern eine ganze Reihe verschieden wirkender, genau zu dosirender Heilagentien besitzen, die wir nach Belieben der Individualität des Kranken entsprechend zu modificiren und mit einander zu combiniren vermögen. Wir können die comprimirte Luft sowohl zur Inspiration wie zur Exspiration, eben so die verdünnte Luft für beide Phasen der Athmung benutzen, wir können verschiedene dieser Methoden alternirend und

mit einander combinirt anwenden u. s. w.; kurz wir besitzen eine grosse Mannigfaltigkeit von Heilmitteln, jedes mit seinen bestimmten Indicationen. Wie verhält sich dem gegenüber das pneumatische Cabinet? Dasselbe bietet ein einziges, nicht modificirbares Heilmittel, das höchstens in der Zeitdauer der Anwendung oder in der Verschiedenheit des Druckes Individualisirung zulässt. Auch diese wird in den meisten Cabinetten nicht einmal ausgeübt, vielmehr werden nach einer und derselben Schablone alle Kranke, ganz gleichgültig was ihr Leiden ist, behandelt, alle unter gleichem oder nur unbedeutend verschiedenem Druck und mit gleicher Zeitdauer. Warum sind bisher nicht einmal eingehende Untersuchungen über die therapeutische Wirkung der verdünnten Luft in Cabinetten gemacht worden, nachdem Jourdanet mit gutem Beispiel vorangegangen? Sicherlich versprechen derartige Untersuchungen, da die Wirkung eine fast vollständige Analogie mit der des Höhenklimas darbieten muss, sehr lohnende Resultate. Da hätte man doch gleich ein neues Heilmittel, falls es sich bewährte, gewonnen. So lange man nicht in den Cabinetten zu neuen Versuchen übergeht, sondern aus Bequemlichkeit oder anderen Gründen sich lieber in dem altgewohnten Gleise fortbewegt, kann ich nur sagen: in den pneumatischen Cabinetten herrscht Einseitigkeit und Schablone, der transportable Apparat dagegen gestattet nicht nur, sondern gebietet Mannigfaltigkeit und Individualisirung.

Aber auch in der Einseitigkeit kann man vieles leisten, und die Zahl der Krankheiten, gegen welche dieses einzige Mittel empfohlen und gerühmt wurde, ist wahrlich keine kleine, ja fast Legion.

Am bedeutendsten und erprobtesten ist die Wirkung des pneumatischen Cabinets bei Asthma und Emphysem. Ich habe mich selbst vielfach von dem zuweilen sogar äusserst eclatanten Erfolg bei Asthma überzeugt und halte die Wirksamkeit des Cabinets gegen diese Krankheit für eine unbestreitbare Thatsache. Hier müssen wir jedoch zweierlei aus einander halten: das Emphysem und die asthmatischen Anfälle. Gegen das Emphysem an sich ist das pneumatische Cabinet vollkommen machtlos. Es ist so weit entfernt, die ausgedehnten Lungen zu verkleinern, dass es umgekehrt sogar dieselben im ganzen für ihre mittlere Inspirationsstellung noch mehr vergrössert. Die Autoren, welche von Besserung oder Heilung des Emphysems unter dem Gebrauch

des pneumatischen Cabinets sprechen, verstehen darunter nicht die Verkleinerung der ektatischen Lungen, sondern nur die Milderung oder Beseitigung der subjectiven Symptome, namentlich der Dyspnoë. Objectiv fanden sie: Vergrösserung der vitalen Lungencapacität, Deutlicherwerden des vesiculären Athmens und Verschwinden der pfeifenden Geräusche. Man lese v. Vivenot durch, auf den mich G. Lange verweist, und man wird finden, dass er, ganz wie ich es angegeben, die Lungen sich vergrössern und das Zwerchfell — wegen der unter dem Einfluss der comprimirten Luft eintretenden Verdichtung der Darmgase — herabsteigen lässt. Schon Panum, ein von allen hochangesehener Forscher, macht den Einwurf (1865): „Wenn der Aufenthalt unter verstärktem Luftdruck die Entfaltung der Lunge begünstigt, so kann ein solcher auf den mit Lungenemphysem behafteten keineswegs heilbringend, vielmehr nur schädlich einwirken, da dessen bereits abnorm erweiterte Lunge noch mehr erweitert wird, folglich auch das Emphysem noch eine Steigerung erfährt.“ v. Vivenot antwortet auf diesen Einwand nicht damit, dass die angeführte Thatsache falsch sei und die ektatische Lunge sich in Wirklichkeit verkleinere, sondern er giebt das Factum zu, bestreitet aber, dass das Wesen des Emphysems in der Erweiterung der Lunge zu suchen sei, vielmehr sei die verminderte Contractilität der Lunge die Hauptsache, und unter dem Einfluss des pneumatischen Cabinets vermehre sich die Excursionsbreite des Zwerchfells zwischen In- und Exspiration. Ich erachte es nun freilich für vollkommen fehlerhaft, die Lungenektasie für gleichgültig zu halten, da gerade sie das wesentliche für das frühere Stadium des Emphysems ist, und schliesslich, wie ich zeigte, die anatomischen Störungen aus ihr hervorgehen (vergl. p. 48 ff.). Darin aber stimme ich mit v. Vivenot überein, dass die Wirkung des pneumatischen Cabinets auf Emphysematiker in der Vermehrung der Excursionsbreite des Zwerchfells beim Athmen besteht. Das pneumatische Cabinet wirkt demnach nur symptomatisch, nicht radical; es wirkt ähnlich der Inspiration comprimirter Luft am pneumatischen Apparat, nur dass diese, was mir vorzüglicher zu sein scheint, mehr auf die Erweiterung des ganzen Thorax, das Cabinet hauptsächlich nur auf das Herabsteigen des Zwerchfells wirkt. Was dagegen die Exspiration in verdünnte Luft am transportablen Apparat bewirkt, nämlich die wirkliche Verkleinerung

der ektatischen Lungen, d. h. nicht nur eine symptomatische, sondern eine radicale Besserung oder Heilung des Emphysems, das vermag das pneumatische Cabinet auf mechanischem Wege nimmermehr zu leisten.

Zwar theilt v. Vivenot einen mit G. Lange gemeinschaftlich beobachteten Fall mit, in welchem die Lungengrenze eines Emphysematikers nach 5wöchentlichem Gebrauch des pneumatischen Cabinets höher hinauf gerückt war. Vereinzelte ähnliche Beobachtungen sind auch in neuster Zeit publicirt worden, und besonders G. Lange glaubt derartige Fälle für häufige Vorkommnisse erklären zu dürfen. Besonderes Gewicht lege ich auf die von Lazarus publicirten Fälle, in denen Lungenectasie in der That rückgängig wurde. Aber v. Vivenot selbst und mit ihm Lazarus, sowie fast alle wissenschaftlich forschenden Beobachter sind weit entfernt, dieses Vorkommniss für die Regel auszugeben. Um die unter dem Einfluss des pneumatischen Cabinets gesteigerte Contractilität der Lungen zu erklären, muss man zu einer Hypothese greifen; die comprimirte Luft erhöhe den Tonus des elastischen Lungengewebes. Es liegt mir fern, das, was von den Autoren als Thatsache mitgetheilt wird, irgend wie anzweifeln zu wollen. Existiren also derartige Fälle, in welchen nach dem Gebrauch der comprimirten Luft das Zwerchfell in die Höhe stieg, in Wirklichkeit, so bleibt meiner Ansicht nach nur die Annahme übrig, dass durch die vermehrte Sauerstoffzufuhr das Lungengewebe besser ernährt und deshalb auch contractiler geworden ist — eine Hypothese, für die freilich noch die rechte Basis fehlt. Ein Hinaufrücken des Zwerchfells über seine Anfangsstellung hinaus beim Nachlass der Luftcompression im Cabinet (Knauthe) anzunehmen, scheint mir nicht zulässig, weil die physiologischen Beobachtungen auch nach dem Verlassen des Cabinets noch die tiefere Stellung des Diaphragma festgestellt haben (v. Vivenot). Immerhin, das steht fest, bleiben die Fälle von wirklicher Retraction der Lunge immer nur die Ausnahmen; in der Regel folgt, daran ist wohl kaum zu zweifeln, die Lunge dem physiologischen Gesetz, und dieses gebietet ein Herabsteigen des Zwerchfells, nicht ein Hinaufsteigen, unter den Einfluss der comprimirten Luft (Panum, v. Vivenot, Paul Bert u. a.).

Alles was das pneumatische Cabinet beim Emphysem leistet, lässt sich demnach nur zum kleinen Theil aus der mechanischen

Wirkung der comprimirten Luft zur Erweiterung der Lungen nach dem Abdomen hin und zur Erhöhung ihrer Excursionsbreite beim Athmen, dagegen in der Hauptsache aus der vermehrten Sauerstoffzufuhr und ihrer chemischen Wirkung ableiten. Es resultiren hieraus sehr bedeutende Erfolge, namentlich mehr oder weniger nachhaltige Besserung oder Beseitigung der bestehenden Dyspnoë; aber diese Erfolge sind nur symptomatische, keine radicalen — von den oben citirten Ausnahmen abgesehen.

Nicht minder erklärt sich hieraus die Wirkung bei Asthma. Ich selbst kenne Fälle, in welchen Asthmatiker während ihres Anfalls das pneumatische Cabinet betraten und in demselben den Anfall verloren. Ferner wird die Wiederkehr der asthmatischen Anfälle meistens hinausgeschoben, oft auch eine Milderung derspäteren Anfälle bewirkt.

Der Nutzen der pneumatischen Cabinette bei Asthma scheint mir demnach unzweifelhaft. Ich glaube nun freilich, dass dennoch in den meisten Fällen der transportable pneumatische Apparat mehr leistet als das Cabinet, schon aus dem einen sehr triftigen Grunde, weil mittels des transportablen Apparats auch die begleitende Lungenektasie radical geheilt werden kann, mittels des Cabinets für gewöhnlich nicht. Unter den von mir beobachteten Fällen — und einige davon sind oben in der Casuistik mitgetheilt — finden sich mehrere solche, in welchen Asthmatiker erfolglos das pneumatische Cabinet gegen ihre Anfälle benutzt hatten, und später durch den transportablen Apparat das Asthma gebessert, das Emphysem geheilt wurde. Dennoch bezweifle ich nicht, dass es umgekehrt auch Fälle, namentlich von Asthma nervosum, geben kann, in denen das pneumatische Cabinet gegen die Anfälle mehr leistet, als der transportable Apparat. Wo die Ursache einer Krankheit noch so dunkel ist, wie bei Asthma nervosum, da ist auch der Erfolg oder Nichterfolg eines Heilmittels nicht selten unberechenbar.

Asthma und Emphysem sind, wie bereits hervorgehoben, diejenigen Krankheiten, bei denen der Nutzen des pneumatischen Cabinets nach übereinstimmendem Urtheil aller sachverständigen am bedeutendsten sich herausgestellt hat, und bei denen, wie ich glaube, er nicht zu bestreiten ist. Gerade hier aber übertrifft ihn trotzdem, wie ich gezeigt habe, der transportable Apparat bei weitem. Nun giebt es noch eine sehr grosse Reihe anderer Krankheiten, gegen welche gleichfalls dem pneumatischen Cabinet eine grosse Wirksamkeit zugesprochen wird, ohne dass dieselbe bisher

sich irgend wie Anerkennung zu verschaffen gewusst hat. Ich selbst will mich, da mir eigene Erfahrungen darüber fehlen, jedes Urtheils enthalten. Wir sind nicht befugt, über die von verschiedenen Autoren gemachten Beobachtungen und positiven Behauptungen einfach ignorirend oder gar negirend hinwegzugehen. Auf der anderen Seite müssen wir es aber doch für auffallend erklären, dass dem ärztlichen Publicum so wenig Gelegenheit geboten wurde, sich von dem Nutzen der pneumatischen Cabinette bei anderen Krankheiten als bei Asthma zu überzeugen. Eben so gut wie mir und anderen Collegen zahlreiche Fälle von Asthma bekannt geworden sind, die im Cabinet erfolgreich behandelt wurden, sollte ich doch meinen, dass dies auch mit anderen Krankheiten der Fall sein müsste, wenn die gleiche Behandlung mit Nutzen von ihnen gebraucht worden wäre. Doch vielleicht beruht es auf einem Zufall, dass gerade ich und diejenigen Collegen, die ich darüber gesprochen, keine hierher gehörigen Fälle zu Gesicht bekamen; vielleicht oder wahrscheinlich ist auch die Zahl der so behandelten zu klein, als dass sich mir die Gelegenheit zur eigenen Beobachtung bieten konnte. Mindestens ist es sicher, dass aus diesem oder irgend einem anderem Grunde das pneumatische Cabinet noch keine Anerkennung hat finden können. Für meine folgende kurze Darstellung will ich mich dennoch auf den Boden stellen, als seien alle von den Autoren bisher mitgetheilten therapeutischen Beobachtungen, obgleich unter sich noch vielfach disharmonirend, wirkliche Facta. Es gehören hierher nur noch wenige Krankheiten, welche sowohl für den transportablen Apparat wie für das Cabinet indicirt sind.

Hierher zählt in erster Reihe die Lungenschwindsucht. Ich will nicht untersuchen, welches von beiden Heilmitteln gegen diese mörderische Krankheit die häufigsten und nachhaltigsten Erfolge aufzuweisen hat. Dazu reichen weder meine Beobachtungen über das eine, noch diejenigen der übrigen Autoren über das andere aus. Nur das möchte ich hervorheben, dass hier der grosse Vorzug des transportablen Appararats vor dem Cabinet in der einen Beziehung gar sehr in die Wagschale fällt, dass der erstere Individualisirung, namentlich die Inspiration sowohl der comprimirten wie der verdünnten Luft gestattet, das andere bisher schablonenhaft ohne Individualisirung angewandt wurde. Sollten die ärztlichen Dirigenten pneumatischer Cabinette sich entschliessen, auch

mit der verdünnten Luft bei Phthisis Versuche zu machen, so halte ich es für sehr wohl möglich, dass das Cabinet vor dem transportablen Apparat einen Vorsprung gewinnen könnte. Doch hierüber wird erst eine längere Erfahrung entscheiden können.

Bei den Residuen der Pleuritis ist das pneumatische Cabinet sicherlich von Nutzen. Dass gerade hier aber der transportable Apparat intensiver und deshalb schneller wirken muss, geht einfach aus der Betrachtung der mechanischen Wirkung hervor. Wir sahen, dass die comprimirte Luft des transportablen Apparats die Lungen und die Thoraxwand von innen heraus mechanisch ausdehnt, und dass hierauf der Erfolg bei pleuritischen Schwarten und Compression der Lunge beruht. Das pneumatische Cabinet dagegen entwickelt diese Druckwirkung auf den Thorax naturgemäss in weit geringerem Grade und auf die äussere Wand überhaupt nicht, weil der gleiche erhöhte Druck auch auf der äusseren Thoraxwand lastet und dem inneren Druck das Gleichgewicht hält. In der That waren ja auch meine Erfolge bei Pleuritis so eclatant, dass sie, wie ich glaube, von keinem anderen Heilmittel erreicht, geschweige übertroffen werden können.

Bei Bronchitis wirkt das pneumatische Cabinet durch Verdrängung des Bluts von der Oberfläche der Bronchien. Mir fehlt ein Massstab der Entscheidung, ob der transportable Apparat in seiner Wirkung bei Bronchitis dem Cabinet nachsteht oder es übertrifft.

Bei Stenosen der ersten Luftwege scheint es mir höchst wahrscheinlich, dass die pneumatischen Cabinette nicht minder wirksam sein werden als die comprimirte Luft des transportablen Apparats, weil auch bei ihnen ein vermehrtes Luftquantum durch die verengte Passage eingeführt wird.

Was die Herzkrankheiten betrifft, so werden zwar auch von einzelnen Autoren einige Fälle mit palliativem Nutzen durch das pneumatische Cabinet berichtet; alle aber mahnen dennoch zu grosser Vorsicht, und andere warnen geradezu vor dessen Anwendung, theilweise durch schlimme Erfahrungen belehrt (Pravaz, Devay, v. Liebig). Nach meiner Ansicht werden sich in der That gewisse Herzkranke finden, bei welchen das pneumatische Cabinet indicirt ist; aber bisher fehlte es noch an der Aufstellung präciser Indicationen. Wie bedeutsam dieser Leere gegenüber die Wirksamkeit des transportablen Apparats bei Herzkrankheiten hervortritt und sich praktisch bewährt, habe ich oben wohl zur genüge demonstrirt.

Das pneumatische Cabinet wird durch das Zurückdrängen des Bluts von der Peripherie noch bei einer Reihe anderer Krankheiten als wirksam empfohlen, — und zwar, wie mir scheint, mit Recht, — so bei Hyperämien und Entzündungen der gesammten Schleimhaut des Respirationstractus, bei Angina, Pharyngitis, Laryngitis, Tracheitis, Coryza; ferner bei Conjunctivitis, Otitis; endlich auch bei Hyperämien und Entzündungen der äusseren Haut und selbst der Vagina. Allen diesen Krankheiten gegenüber bekennt der transportable Apparat seine vollständigste Ohnmacht.

Eben so wenig erhebt derselbe Anspruch darauf, irgend welchen Nutzen zu entwickeln bei gewissen Nervenkrankheiten, gegen die das Cabinet, und wie es heisst, theilweise mit Erfolg, angewandt sein soll, als da sind: Neuralgien, Hyperästhesien, Spasmus glottidis, Aphonie, Hysterie, Chorea etc. Ich müsste dagegen protestiren, wenn überhaupt jemand auch nur den Versuch machen wollte, gegen diese Krankheiten mit dem transportablen Apparat zu experimentiren.

Nicht anders verhält es sich mit gewissen tieferen organischen Erkrankungen, welche gleichfalls ein, wie berichtet wird, zuweilen günstiges Heilobject den pneumatischen Cabinetten dargeboten haben. Hierher gehören: Drüsenanschwellungen, Struma, Tumor albus und selbst andere Tumoren. Das pneumatische Cabinet soll hier den Stoffwechsel beschleunigen, die Resorption befördern und dadurch zertheilend wirken. Auch gegen Oedem, pleuritische und peritoneale Exsudate ist das Cabinet wegen seines Druckeffects und wegen seiner die Harn- und Schweisssecretion befördernden Wirkung empfohlen werden. Auf dieses Gebiet kann ihm der transportable Apparat gleichfalls nicht im mindesten folgen.

Endlich wird noch dem pneumatischen Cabinet eine mehr oder weniger grosse Wirksamkeit zugeschrieben in Fällen von mangelhafter Blutbereitung und gestörter Ernährung, so bei Dyspepsie, Anämie, Schwächezuständen aus verschiedenen Ursachen, ferner bei einer Anzahl constitutioneller Krankheiten, wie Scrofulose, Rhachitis, Chlorose, Fettsucht, und sogar gegen Dysmenorrhoë, so wie gegen Wechselfieber. Die Wirkung des pneumatischen Cabinets gegen alle diese Krankheiten soll auf der vermehrten Sauerstoffzufuhr beruhen. Auch hier bescheidet sich der transportable Apparat und steht gern zurück. Sollte indess wirklich das pneumatische Cabinet bei weiteren Unter-

suchungen gegen die eine oder die andere der genannten Krankheiten sich bewähren, so wäre gerade der transportable Apparat am besten im Stande, die Frage zu entscheiden, ob die Wirkung in Wirklichkeit auf erhöhter Sauerstoffzufuhr beruht; denn Inspirationen comprimirten Sauerstoffs aus dem transportablen Apparat müssten, wäre jene Annahme richtig, einen analogen Effect ausüben.

Wir sehen also: weder die Wirkungen noch die Indicationen des pneumatischen Cabinets decken sich mit denen des transportablen Apparats; nur in wenigen Krankheiten concurriren sie überhaupt mit einander, und auch hier ist die Art der beiderseitigen Wirkungen vielfach verschieden. Der pneumatische Apparat macht deshalb eben so wenig das Cabinet überflüssig, wie umgekehrt das letztere den ersteren. Möge jeder in seinem Wirkungskreise für das eine oder das andere Heilmittel mit allen Kräften arbeiten und durch das eine auch das andere befruchten helfen. Freilich sind auch hier wieder die transportablen Apparate im Vorsprung; denn die Möglichkeit, mit ihnen Untersuchungen anzustellen und ihre Wirksamkeit zu prüfen, ist jetzt in die Hand eines jeden Arztes gegeben, während die pneumatischen Cabinette stets nur im Besitze weniger bleiben, und ihr Erfolg oder Misserfolg deshalb auch nur von wenigen wird erforscht werden können. Immerhin muss jedoch die rüstige Arbeit auf der einen Seite naturgemäss auch die andere Seite zu erhöhter Thätigkeit und weiteren wissenschaftlichen Forschungen anregen, und würde dies für die pneumatischen Cabinette erreicht, — und dies scheint bereits der Fall zu sein — so wäre der Erfindung der transportablen Apparate ein neuer Fortschritt zu verdanken. Der Endzweck unserer medicinischen Wissenschaft ist: helfen und heilen. Freuen wir uns, wenn die Mittel zu diesem Zwecke wachsen! Verschiedene Wege führen zum Ziel. Auf dem einen wie dem anderen wollen wir nützen und sollen dies in dem entsprechenden Wirkungskreise mit aller Kraft anstreben. Unterstützen wir uns hierbei gegenseitig; arbeiten wir nicht gegen einander, sondern mit einander!

Es bleibt mir noch übrig, einer Combination zwischen pneumatischem Apparat und Cabinet zu erwähnen, wie sie zuerst von G. Lange vorgeschlagen wurde, und die darin besteht, dass der Kranke, während er in der verdichteten Luft des Cabinets sich befindet, durch ein nach aussen gehendes, durch einen Hahn verschliessbares Rohr nach aussen in die freie Atmosphäre ausathmet. Ich warnte sofort vor einem solchen gefährlichen Versuch. Es würde hierbei, so sagte ich, — wenigstens für die gewöhnlich

benutzte Druckhöhe des Cabinets. — die Druckdifferenz zwischen äusserem Thoraxdruck und vermindertem Lungendruck bei der Exspiration eine so colossale werden, dass sie kein Organismus ohne Gefährdung des Lebens zu ertragen vermöchte. Soll eine Druckdifferenz zur Wirkung kommen, so muss die Einrichtung so getroffen werden, dass dieselbe nicht grösser ist, als die für den transportablen Apparat sich bewährt hat.

Meine Warnung wurde nicht beachtet. G. Lange behauptete, in Uebereinstimmung mit Josephsohn, der Organismus könne derartige Druckdifferenzen sehr wohl ertragen. Ausserdem könne man „durch Stellung des Auslasskrahnens die Druckdifferenz so abschwächen, dass es sehr wohl möglich ist, aus vollem Druck nach aussen zu exspiriren". Das heisst doch wohl nichts anderes, als von der hohen Druckdifferenz, welche vorhanden, keinen Gebrauch machen! Es ist klar, dass, je enger die Communication zwischen dem Cabinet und der äusseren Atmosphäre ist, um so geringer auch die Ausflussgeschwindigkeit der Luft ist, die endlich so klein werden kann, dass von einem Ausgleich des Luftdrucks innerhalb der kurzen Zeit einer Exspiration überhaupt nicht mehr die Rede ist.

In Meran brachte Pircher an dem neu errichteten pneumatischen Cabinet eine Vorrichtung an, wie sie von Lange vorgeschlagen, und überdies noch eine solche, die es sogar gestattet, aus der comprimirten Luft des Cabinets in einen Apparat, in welchem die Luft noch unter den Atmosphärendruck verdünnt ist, auszuathmen. Hier werden also die Druckdifferenzen, welche die Lunge bei ihrer Exspiration ertragen soll, noch mehr gesteigert.

Knauthe machte an sich selbst einen Versuch mit dieser Methode, um deren Zuverlässigkeit resp. Wirkung zu prüfen, und berichtet darüber wörtlich, wie folgt:

„Ich habe mich einem Drucke von $+ {}^{2}/_{10} - {}^{5}/_{10}$ Atmosphäre ausgesetzt und während der Sitzung fast aller zwei Athemzüge von der Zeit an, wo der + Druck 0,2 Atmosphäre war, exspirirt (in die atmosphärische Luft). Ich habe gefunden, dass man recht gut aus dem Cabinet heraus ausathmen kann, dass aber plötzlich ein Moment eintritt, wo die Glottis sich schliesst und die tiefe Ausathmung abschneidet. Der Kehlkopf bildet einen Schutz vor den Gefahren der tiefen Ausathmung in so hochgradig dünne Luft dadurch, dass, wie schon Störk bei anderen Gelegenheiten (bei Einathmung zu hochgradig comprimirter Luft) vermuthet, die Stimmbänder sich verengen und die Ausathmung nur mangelhaft geschehen kann. Man bemerkt in Folge der Druckdifferenz zwischen der dichteren Lungenluft und der dünneren Luft ausserhalb des Apparates nach Verengung der Stimmbänder, wenn man die Ausathmung weiter forciren will, ein kräftiges, erschütterndes Frottiren, als Folge der Ueberwältigung des Stimmbandabschlusses durch die heftigen Ausgleichsbestrebungen der verschieden dichten Luft. Ich war nach meinen Versuchen am Ende der Sitzung in Folge dieser Erschütterungen der Stimmbänder etwas heiser und hatte mehrere Stunden ein Gefühl von Wundsein im Kehlkopf. Ausserdem habe ich noch die Lungencapacität vor dem Beginn der Ausathmung in die atmosphärische Luft und nach derselben innerhalb des Cabinets gemessen, indem ich ein äquilibrirtes Spirometer mit in das Cabinet nahm. Meine Lungencapacität blieb bei einem Ueberdruck von ${}^{2}/_{10}$

Atmosphäre unverändert 4000 Ccm., bei einem Ueberdruck von $^5/_{10}$ Atmosphäre unverändert 3500 Ccm. Das Resultat meiner Prüfung ist sonach: 1) dass eine Exspiration in die atmosphärische Luft aus dem Cabinet, in welchem die Luft um 0,2—0,5 Atmosphäre verdichtet ist, heraus nicht tief und ergiebig geschieht, und dass der Druckgrad nicht voll zur Wirkung kommt, weil der Kehlkopf in der oben angegebenen Weise unwillkürlich dagegen arbeitet; 2) dass die Lungencapacität durch diese Ausathmungen keine momentane Vergrösserung erfährt. Es ist ganz zweifellos, dass die Kranken, welchen jene Ausathmungen angeordnet wurden, nur ganz kurz und oberflächlich exspirirten, nicht tief, wie es an den transportablen Apparaten vorgeschrieben und möglich ist. Einige Minuten vor Beendigung der Sitzung, wo also der Druck im Cabinet nur sehr gering war, konnte ich, was noch bemerkt sei, tief und ergiebig ausathmen."

Wie ich im vorigen Jahre von kundiger Seite hörte, ist denn auch später die Benutzung der genannten Vorrichtung in Meran vollständig sistirt worden.

In Reichenhall ist gleichfalls die Lange'sche Vorrichtung am pneumatischen Cabinet angebracht worden. Welche Erfahrungen dort mit derselben gesammelt wurden, ist mir nicht bekannt.

Zur Lehre vom Höhenklima.

Eines der mächtigsten Agentien, welche in die Oeconomie des menschlichen Organismus einzugreifen vermögen, ist das Höhenklima. Die Erfahrung hat dies längst als Thatsache festgestellt und bestätigt es täglich von neuem; die Theorie dagegen hat bisher noch nicht zu einer allgemein anerkannten und ausgiebigen Erklärung der Beobachtungen gelangen können und musste deshalb vielfach zu Hypothesen ihre Zuflucht nehmen. Die Hypothesen ihrerseits fanden, wie zu erwarten, vielfach Widerspruch, da sie nicht genügend gestützt waren, und forderten die Skepsis heraus, welche, über das Ziel hinausschiessend, sich selbst bis zur Leugnung der beobachteten Thatsachen verstieg. Da nichts bequemer ist, als leugnen, und keine Ansicht leichter Nachbeter findet, als eine, die negirt, weil hierzu am wenigsten Denkarbeit erforderlich ist, so hat die Skepsis in betreff der Wirksamkeit des Höhenklimas bei gewissen Erkrankungen grössere Fortschritte gemacht, als die den Zweiflern entgegenstehenden practischen Erfahrungen hätten erwarten lassen.

Ich will zunächst auf Grund des bisher in der Literatur angesammelten, ziemlich massenhaften Materials — die besten und vollständigsten neueren Werke über diesen Gegenstand sind die bereits erwähnten von Jourdanet und Paul Bert — den Gegenstand in

kurzen Zügen kritisch zu beleuchten und dann mit Zuhilfenahme eigener Beobachtungen meinen Standpunkt klar zu legen versuchen.

Wer die Wirkungen des Bergsteigens und des Aufenthalts im Hochgebirge nach den übereinstimmenden Forschungen der besten Beobachter studirt und sie vergleicht mit den Erfahrungen, welche die Luftschiffer gewonnen, kann keinen Augenblick darüber im Zweifel sein, dass es die Luftverdünnung ist, welche die mächtigsten Erscheinungen hervorruft, und dass alle anderen Factoren, welche noch in Frage kommen, gegen diesen einen Factor der Luftverdünnung vollständig in den Hintergrund treten. Vollkommen gleiche Erscheinungen, wie beim Bergsteigen und bei den Luftballonfahrten, erhielt Paul Bert an sich und anderen (den leider später bei einer Luftfahrt in die für das menschliche Athmen zu hohe Region von 8600 Metern, entsprechend 262 Mm. Hg. Druck, im Dienste der Wissenschaft umgekommenen, berühmten Luftschiffern Sivel und Crocé-Spinelli) in der pneumatischen Glocke bei Verdünnung der Luft in derselben. Hierdurch ist es ohne allen Zweifel sicher gestellt, dass es auch beim Bergsteigen und bei den Luftschiffahrten das Moment der Luftverdünnung ist, welches in beträchtlicher Höhe gewisse schwere Erscheinungen hervorruft. Die Bergkrankheit, die sich bis zur Asphyxie steigern kann, und die bei den Luftschiffern in hohen Regionen hervortretenden und gleichfalls bis zur Asphyxie vorschreitenden Symptome sind vollkommen mit einander identisch. Es ist durch Paul Bert endlich mit Sicherheit erwiesen — nachdem dies freilich schon von vielen anderen Autoren angenommen — dass es der Sauerstoffmangel ist, welcher die krankhaften Erscheinungen der verdünnten Luft, endlich bei übermässiger Luftverdünnung selbst Asphyxie und Tod zur Folge hat, und dass es durch Zufuhr von Sauerstoff zu den Lungen gelingt, die krankhaften Symptome zu mildern oder zu beseitigen und die Asphyxie hintanzuhalten. Durch Einathmen von Sauerstoffgas konnte sich Paul Bert innerhalb der pneumatischen Glocke ungestraft einer Atmosphäre von circa 248 Mm. Hg. Druck aussetzen, was einer Luftverdünnung auf einer Höhe von 8840 Metern entspricht, während Crocé-Spinelli und Sivel schon auf einer niedrigeren Höhe erlagen, Tissandier, der mit ihnen war, nur unter den schwersten Symptomen überlebte.

Wie für die comprimirte, so ist es auch für die verdünnte Luft durch Bert sicher gestellt, dass die Grösse der Absorption

des Sauerstoffs durch das Blut von der Sauerstoffspannung abhängig ist, dass, je verdünnter die geathmete Luft, resp. je ärmer an Sauerstoff dieselbe ist, um so weniger von ihm in's Blut aufgenommen wird. Je höher sich Mensch und Thier über den Meerespiegel erheben, um so mehr verarmt das Blut an Sauerstoff, oder es tritt nach Jourdanet's sehr treffender Bezeichnung Anoxyhaemie auf. Diese Anoxyhaemie stellt Jourdanet gleichsam als „barometrische Anaemie" der gewöhnlichen Anaemie an die Seite: bei beiden fehlt es an Sauerstoff im Blut und in den Geweben, nur bei ersterer sind die Blutkörperchen in genügender Zahl, aber nicht ausreichend mit Sauerstoff gesättigt, bei der wahren Anaemie dagegen fehlt es an Blutkörperchen, die den genügend vorhandenen Sauerstoff absorbiren.

Aus der mangelhaften Sauerstoffzufuhr erklären sich die meisten Erscheinungen, welche in verdünnter Luft zur Beobachtung gelangen: die Respiration wird beschleunigt und die Athemzüge werden tiefer. Es ist dies eine Reaction der Medulla auf die Sauerstoffentziehung, welche reflectorisch durch häufigere und tiefere Athemzüge eine Compensation des Verlustes zu bewirken sucht. In gleicher Weise wird die Circulation angeregt, die Pulsfrequenz wird beschleunigt. Bei geringer Sauerstoffentziehung, resp. bei niederen Graden der Luftverdünnung, bei denen immer noch die Sauerstoffspannung der Luft gross genug für die Sättigung des Blutes ist, kann diese erhöhte Thätigkeit der Athmung und der Circulation unter günstigen Umständen ausreichen, um eine vollständige Compensation herbeizuführen und jedes krankhafte Symptom hintanzuhalten. Bei stärkerer Sauerstoffentziehung oder in höheren Luftregionen ist dagegen eine hinreichende Compensation nicht mehr möglich: es tritt hochgradigste Dyspnoë bei der geringsten Bewegung ein, und sehr bald reagirt das Centralnervensystem auf die gestörte Ernährung durch lähmungsartige Erscheinungen aller Glieder und Herabsetzung der Hirnthätigkeit, Symptome, welche der vollständigen Asphyxie vorhergehen.

Lassen sich alle diese Erscheinungen sehr gut aus der chemischen Wirkung der Sauerstoffentziehung des Bluts erklären, so bleibt doch noch eine Reihe anderer Symptome übrig, für welche meines Erachtens auch der rein mechanische Einfluss der Luftverdünnung, wie er bisher angenommen zu werden pflegte, durchaus aufrecht erhalten werden muss. Auch hier muss eine veränderte Blutvertheilung im Organismus sich geltend machen: durch den

abnehmenden Druck an der Oberfläche der Haut, der der Luft zugänglichen Schleimhäute, sowie der Lungen werden sich die Gefässe derselben stärker mit Blut füllen, sie werden sich erweitern, zunächst auf Kosten des Bluts der innern Organe. Durch Befriedigung des Durstes, welcher beim Aufenthalt in der verdünnten Luft als sehr stark, von manchen selbst als excessiv bezeichnet wird, d. h. durch erhöhte Resorption von Flüssigkeit kann aber das Deficit der Blutmenge wahrscheinlich sehr bald gedeckt werden. Die von fast allen Beobachtern beim Bergsteigen sowohl wie bei Luftschiffahrten und theilweise auch beim Aufenthalt in der verdünnten Luft der pneumatischen Cabinette constatirte Congestion des Bluts nach der Haut, die selbst dunkelroth (und bei der Asphyxie wegen des Sauerstoffmangels dunkelblau) erscheinen kann, so wie die von verschiedenen Autoren häufig beobachteten Hämorrhagien aus der Nase, den Lippen, der Conjunctiva etc. sprechen genügend für diese Auffassung.

Eine andere und zwar unbestrittene mechanische Folge der Luftverdünnung an sich ist die grössere Ausdehnung der Darmgase. An mir selbst und anderen machte ich die Erfahrung, wie schon auf relativ niederen Höhen von etwa 1000 Metern dieses Symptom lästig werden kann, und die Aufblähung des Leibes kann unter Umständen noch andere Digestionsstörungen nach sich ziehen und ist auch im Stande, durch Heraufdrängen des Zwerchfells selbst die Athmung zu stören. Dies ist das Gegenstück zu der Compression der Darmgase unter erhöhtem Druck.

Wir haben hiermit die hauptsächlichsten Erscheinungen kennen gelernt, welche beim Uebertritt in eine verdünnte Atmosphäre im Organismus hervortreten, Erscheinungen, welche je nach der Individualität bei dem einen schon bei relativ geringen, bei dem andern erst bei höheren Graden der Luftverdünnung sich zeigen. Verweilt man nun mehr oder weniger lange Zeit in Regionen mit verdünnter Luft, so tritt allmälig eine Acclimatisation, d. h. eine Anpassung des Organismus an die abnormen Bedingungen ein. Puls- und Athemfrequenz bleiben meist beschleunigt, wenn auch weniger als zu Anfang, der Thorax erweitert sich und erlangt eine höhere Capacität. Meist wird die kräftige, untersetzte Figur mit der breiten und weiten Brust der Bergbewohner gerühmt. Ist die Höhe jedoch eine excessive, etwa über 2000 Meter, so bleibt trotzdem

die Oxydation des Blutes eine unvollständige, eine dauernde Anoxyhaemie (Jourdanet) bleibt bestehen.

Unter den Autoren giebt es nur wenige, welche die stärkere Entwicklung des Thorax bei den Bergbewohnern leugnen. Zu deren vornehmlichsten Vertretern gehört Jourdanet, welcher, gleich Paul Bert, den mechanischen Einfluss der verdünnten Luft unterschätzend oder ganz negirend, nur die chemische Seite, die Sauerstoffentziehung, urgirt. Mir liegt es fern, die Beobachtungen Jourdanet's irgend wie anzuzweifeln. Bei den Mexicanern, auf die sich Jourdanet bezieht, und die in äusserst hohen Regionen, über 2200 Meter hoch, leben, mag der Einfluss der Anoxyhämie überwiegend geblieben und keine geeignete Compensation in den mechanischen Verhältnissen des Thorax stattgefunden haben. Aber diese Beobachtungen entkräften nicht die eben so sicheren Erfahrungen anderer Autoren, welche bei Bergbewohnern auf niederer Höhe einen kräftigeren Thorax constatirten. Jourdanet findet auch nicht, dass auf der Höhe bei körperlicher Ruhe tiefer geathmet wird, als in der Ebene; im Gegentheil beobachtet er oft ein ziemlich flaches Athmen, so dass für Momente selbst das Athmen vergessen wird. Dagegen constatirt doch auch er ein weit energischeres Athmen bei körperlichen Bewegungen und Anstrengungen — ein Moment, das für sich allein schon den Thorax mehr als gewöhnlich auszuweiten im Stande ist.

Jourdanet hat auch bei den Mexicanern keine abnorm starke Gefässfüllung der Haut und sichtbaren Schleimhäute feststellen können; vielmehr machten sie auf ihn den Eindruck vom geraden Gegentheil einer Plethora. Hieraus ist der Schluss zu ziehen, dass durch den lange dauernden Aufenthalt auf den Höhen und noch mehr bei den dort geborenen und auferzogenen Generationen eine vollkommene Accommodation des Gefässapparates an die neuen Verhältnisse, resp. ein neues Gleichgewicht der Blutvertheilung im Körper, mit der Zeit sich entwickeln kann, so dass ein mechanischer Effect nicht mehr ersichtlich ist, während der chemische Effect, die Anoxyhämie, nicht vollständig überwunden wird. Dass es sich so verhält, glaube ich aus Jourdanet's eigenen Beobahtungen an Personen, die von Mexico nach Paris übersiedelten, eruiren zu können. Er constatirte an diesen die Zeichen wahrer Anämie, die wohl unterschieden war von der früheren Anoxyhämie. Die Hautgefässe wurden merklich leerer, die Hautblässe nahm zu, dagegen traten Lebererkrankungen — wahrscheinlich eine Folge des von der Haut abgeleiteten, vermehrten Blutzuflusses zu den inneren Organen — auf. Hier ist also der Gegensatz evident: auf der Höhe zwar scheinbar keine abnorme Füllung der Hautgefässe, weil ihr Lumen resp. die Blutvertheilung bereits durch die Acclimatisation den Verhältnissen sich angepasst hatte, aber sofort beim Uebergang in erhöhten Luftdruck vermindert sich die Hautfüllung; sie war also im Verhältniss zur gesammten Blutvertheilung auf den Bergen eine grössere gewesen. Trotz der vermehrten Sauerstoffzufuhr, welche, wie man glauben sollte, auf die frühere Anoxyhämie hätte günstig einwirken sollen, finden wir ganz im Gegentheil unter dem Einfluss der im Verhältniss zu Mexico verdichteten Luft der Tiefebene erst recht Anämie auftreten, und diese Anämie weicht hinwiederum bei der Rückkehr in die sauerstoffarme Luft

Mexico's — ein Paradoxon, wenn man nur die chemische Wirkung des Luftdrucks anerkennt, dagegen eine leicht erklärbare Thatsache, sobald man die mechanische Wirkung der comprimirten und verdünnten Luft genügend berücksichtigt.

Dies sind die vornehmlichsten Gesichtspunkte, die sich aus den vorliegenden Beobachtungen ergeben. Genügend erforscht scheint mir die chemische Wirkung der verdünnten Luft zu sein, dagegen nur lückenhaft studirt und deshalb auch von den besten Seiten verkannt oder gar negirt die mechanische Wirkung. Es fehlt bislang an physiologischen Untersuchungen über die mechanische Wirkung der verdünnten Luft auf die Circulation. Ausser der Vermehruug der Pulsfrequenz, welche als Folge der Sauerstoffentziehung aufgefasst werden kann (vergl. oben), ist bisher keine einzige physiologische Wirkung auf die Circulation mit Sicherheit festgestellt, und nur noch die veränderte Blutvertheilung scheint mir genügend begründet, wenn auch manche Autoren ihr widersprechen. An Blutdruckversuchen in verdünnter Luft fehlt es fast ganz. Das einzige, was ich darauf bezüglich bei Paul Bert fand, beschränkt sich auf folgende Zeilen (p. 718):

„Il m'a été presque impossible, à cause des caillots qui se formaient dans les artères et les appareils, de mesurer d'une manière suivie les modifications de la pression cardiaque. Les rares constatations que j'ai pu faire ne m'ont montré que de faibles diminutions; il m'a semblé qu'il faudrait aller très loin pour obtenir de notables différences chez des animaux qu'il est nécessaire de maintenir immobiles. Ainsi à 26 c. de pression, le coeur avait conservé la même puissance qu'à la pression normale (exp. CCXIX). Il en serait sans nul doute autrement, s'ils éxécutaient un travail comparable à celui des voyageurs qui gravissent une montagne."

Es erschien mir deshalb von der grössten Wichtigkeit, directe Versuche anzustellen, um die physiologische Wirkung der verdünnten Luft auf die Circulation zu studiren, und hierzu fand ich wiederum in der Puls- und Blutdruckmessung mittels meiner Pulsuhr eine sich auf's bequemste eignende Methode.

Der im vorigen Capitel bereits mitgetheilte Versuch der Messung beim Aufenthalt in comprimirter Luft musste, so weit es sich hier in der That um rein physicalische Wirkungen handelt, bei der Messung in verdünnter Luft sein Correlat finden. Schon jener erste Versuch, falls er massgebend, musste sichere Rückschlüsse auf die Wirkung der verdünnten Luft gestatten; denn der gewöhnliche Luftdruck verhält sich ja dem erhöhten Luftdruck gegenüber bereits wie eine

Luftverdünnung. Es musste deshalb wie eine Probe auf's Exempel gelten, durch einen zweiten Versuch die Wirkung der unter den Atmosphärendruck verdünnten Luft auf die Circulation festzustellen. Führt auch dieser Versuch zu analogen Resultaten, so erhärten sie beide gegenseitig ihre Beweiskraft in schlagendster Weise. In der That hat der zweite Versuch zu einem Ergebniss geführt, welches mit dem des ersten durchaus identisch ist, und da der erste auch durch andere zweifellose Thatsachen (vergl. oben p. 575 ff.) noch in genügender Weise gestützt war, so wird hierdurch auch die Beweiskraft des neuen Experiments, wenn es bisher auch nur vereinzelt geblieben ist, erheblich gesteigert.

Auch für dieses zweite Experiment wurde mir bereitwillig und auf freundlichste das pneumatische Cabinet des hiesigen jüdischen Krankenhauses zur Disposition gestellt, und Herr College Dr. Lazarus bot mir selbst seinen Puls zur Messung dar; auch bei diesem Experiment wurde ich noch von Herrn Collegen Dr. Wulffert unterstützt. Der Barometerdruck, welcher ursprünglich 752,2 Mm. betrug, wurde um 182 Mm. Hg., d. h. auf 570,5 Mm. Hg., verdünnt. Dies entspricht einer Höhe von ca. 2290 Metern über dem Meeresspiegel.

Die erste Messung geschah bei gewöhnlichem Luftdruck. Der Arm blieb bis zum Ende der zweiten Messung in seiner Lage. Am Ende der ersten Messung wurde die Pelotte, deren ursprünglicher Stand nach erfolgter Wiederausdehnung der Weichtheile notirt war, durch Drehen am Schlüssel einige Millimeter gehoben, und dann bei der zweiten Messung der Stand der wieder herabgeschraubten Pelotte bei der ersten Berührung des Pulses mit jenem Stande verglichen. Die Zeitdauer, während welcher die Luft bis zu ihrem Minimum verdünnt wurde, betrug 55 Minuten. Erst als das gewünschte Minimum erreicht war, begann die zweite Messung, nach deren Vollendung der Druck innerhalb 12 Minuten wieder zur Norm zurückgebracht wurde. Temperatur im Cabinet 17—18 °C. Ausser unangenehmen Druckempfindungen im Ohr, namentlich beim schnellen Wiederansteigen des Druckes, hatten wir keine besonderen subjectiven Erscheinungen; ich selbst hatte geringfügige Dyspnoë und merkliche Congestion der Gesichtshaut. Als Nachwirkung: vermehrtes Hunger- und Durstgefühl. Starker Kopfschmerz, den ich nachher stundenlang hatte, und zu dem ich auch sonst disponirt bin, stand vielleicht nicht mit dem Versuch im Zusammenhang; die anderen Collegen empfanden nichts davon. Die Athemfrequenz stieg bei Herrn Dr. L. von 18 auf 20 bis 22 in der Minute.

Die Resultate der Messung stelle ich wiederum in einer Tabelle zusammen, entsprechend derjenigen auf p. 574.

	Erste Messung, bei gewöhnlichem Atmosphärendruck von 752,5 Mm. Hg.	Zweite Messung, bei einer Luftverdünnung um 182 Mm. Hg., d. h. bei einem Luftdruck von 570,5 Mm. Hg.
Durchmesser der Radialarterie (resp. Füllung derselben)	4,17 Mm.	4,33 Mm.
Höhe der Pulswelle, resp. Grösse des Pulses	0,05 Mm.	0,08 Mm.
Pulskraft	7,25 Grm.-Mm.	8,80 Grm.-Mm.
Blutumlaufs-Quotient	$\frac{4,17}{2.0,05} = 41,7$	$\frac{4,33}{2.0,08} = 27$
Gesammte Arterienspannung	269 Grm.	422 Grm.
Arterienwandspannung nebst sonstigen Widerständen	124 Grm.	261 Grm.
Blutdruckspannung	145 Grm.	161 Grm.
Absoluter Blutdruck	$\frac{145.752,5}{413} = 264$ Mm. Hg.	$\frac{161.570,5}{413} = 222$ Mm. Hg.
Relativer Blutdruck auf 752,5 Mm. Hg. Atmosphärendruck berechnet	$\frac{145.752,5}{413} = 264$ Mm. Hg.	$\frac{161.752,5}{413} = 293$ Mm. Hg.

Es ergiebt sich demnach folgendes:

1) Die Füllung der Arteria radialis nimmt unter der Verminderung des Luftdrucks zu. Wie die Art. rad. verhalten sich unzweifelhaft alle oberflächlich gelegenen Gefässe, und sicherlich sind die peripherischen Capillaren an der Vermehrung der Blutfülle weit mehr betheiligt als die Arterien, da ihre Wandungen weit weniger Widerstand leisten [1]). Dieses Resultat stimmt mit den Beobachtungen der besten Autoren beim Bergsteigen und bei Luftschiffahrten überein, welche Congestionen nach der Haut und den sichtbaren Schleimhäuten, bis zu Blutungen aus den letzteren (bei Menschen nicht nur, sondern auch bei Thieren) constatirten. Wie die Gefässe der äusseren Haut müssen sich selbstverständlich auch die der Lungen verhalten, da sie der umgebenden

1) Bei unserem Versuch wurde ausser der Vermehrung der Arterienfüllung auch eine Zunahme des Volumens der Weichtheile sicher constatirt. Leider unterliessen wir aber, um den Versuch nicht zu lange auszudehnen, eine genaue Messung dieser Verhältnisse.

Luft gleichfalls ihre Oberfläche zukehren; auch die Lungen sind deshalb höchst wahrscheinlich beim Aufenthalt in verdünnter Luft mehr als gewöhnlich mit Blut erfüllt.

2) Die Grösse des Pulses wächst unter der Verminderung des Luftdrucks. Die Differenz ist hier eben so beträchtlich wie beim Aufenthalt in comprimirter Luft. Die vergrösserte Pulswelle weist auf eine stärkere Blutfüllung des Herzens hin, und diese steht wieder mit der grösseren Blutzufuhr zu den Lungen in Connex. Entsprechend der Vergrösserung der Pulswelle und — wie wir sehen werden — auch der vermehrten Spannung steigt gleichzeitig die Pulskraft.

3) Die Circulation ist unter vermindertem Druck beschleunigt. Es ist eine von fast allen Beobachtern constatirte Thatsache, dass die Pulsfrequenz unter vermindertem Luftdruck zunimmt[1]). Aber ganz abgesehen von dieser durch die Vermehrung der Pulsfrequenz gesetzten Beschleunigung des Blutumlaufs ist auch eine solche Beschleunigung, und zwar in unserem Falle eine ziemlich erhebliche, ganz unabhängig von der Pulsfrequenz zu constatiren. Unter gewöhnlichem Luftdruck betrug der Blutumlaufsquotient 41,7, unter vermindertem Luftdruck nur 27, d. h. während im ersten Falle 41,7 Herzcontractionen zur vollständigen Arterialisation der gesammten Blutmasse erforderlich waren, geschah unter vermindertem Luftdruck der gesammte Blutwechsel schon durch 27 Herzcontractionen. Rechnen wir noch die vermehrte Pulsfrequenz hinzu, so ist die Beschleunigung des Blutumlaufs noch viel erheblicher[2]), und es ist wohl anzunehmen, dass der

---

1) Bei unserem Versuch sehe ich von der Pulsfrequenz ab, weil gewisse Unregelmässigkeiten beim Zählen derselben vorkamen. Die erste Zählung des Pulses geschah nämlich, nachdem Herr Dr. L. sich lange herum bewegt hatte, bevor man mit der Messung begann, sie ergab 72 Schläge in der Minute. Während der ersten Messung wurde leider die Pulsfrequenz nicht gezählt. Bei der zweiten Messung betrug die Pulsfrequenz wiederum 72 Schläge; aber hier hatte Herr Dr. L. länger als eine Stunde ruhig auf einem Flecke gesessen. Später sank die Pulsfrequenz noch auf 68 bis 66. Die gewöhnliche Pulsfrequenz bei Herrn Dr. L. in der Ruhe beträgt ca. 60, und mit dieser müsste eigentlich verglichen werden. Der Herr College hatte übrigens häufig schon in der verdünnten Luft des Cabinets gesessen und immer die Zunahme der Pulsfrequenz constatirt.

2) Der Blutwechsel-Coëfficient drückt diese Beschleunigung mit Zuhülfenahme der Pulsfrequenz aus. Setzen wir in unserem Falle die normale

Sauerstoffverlust in der verdünnten Luft, so lange der letztere nicht sehr erheblich ist, mehr als gedeckt wird.

4) Die Arterienspannung wächst unter vermindertem Luftdruck. Die gesammte Arterienspannung vermehrte sich von 269 auf 422 Gramm, die Wandspannung nebst Widerständen von 124 auf 261 Gramm. Die Vermehrung der Spannung ist einerseits auf die Erhöhung der Herzkraft oder die relativ vermehrte Herzleistung, andererseits auf die durch die Vermehrung der Blutfülle in den Capillaren bewirkte Erhöhung der peripherischen Widerstände zurückzuführen.

5) Der absolute Blutdruck wird unter vermindertem Luftdruck herabgesetzt, der relative Blutdruck dagegen erhöht. Der absolute Blutdruck sank von 264 Mm. Hg. auf 222 Mm.; aber dieses Sinken hielt nicht Schritt mit dem Sinken des Luftdrucks, der Blutdruck ist viel weniger gesunken als der Luftdruck, also im Verhältniss zu letzterem ist er gegen früher erhöht. Am besten wird dieses Verhältniss durch die Gewichte ausgedrückt, welche der Blutdruckspannung entsprechen: unter gewöhnlichem Luftdruck 145 Gramm, unter vermindertem Luftdruck 161 Gramm. Berechnen wir diese Gewichtswerthe auf einen constanten Barometerdruck von 752 Mm., so erhalten wir eine Steigerung des relativen Blutdrucks von 264 auf 293 Mm. Hg. Einfacher ist es, wir benutzen die Gewichtswerthe als Proportion, so ist der relative Blutdruck im Verhältniss von 145 zu 161, d. h. um circa 11 pCt. gestiegen.

Diese Steigerung des relativen Blutdruckes bei Verminderung des absoluten Blutdruckes bedeutet zugleich eine Erhöhung der Herzleistung trotz Verminderung der Herzarbeit, d. h. gleichzeitig eine Erleichterung der Herzthätigkeit trotz der häufiger gewordenen Contractionen.

Wir haben hier somit höchst wichtige physiologische Wirkungen der verdünnten Luft, resp. des Höhenklimas, so weit dessen vornehmlichstes Agens, der verminderte Luftdruck in Betracht

---

Pulsfrequenz = 60, die unter vermindertem Luftdruck 68, so würde der Blutwechsel-Coëfficient unter gewöhnlichem Atmosphärendruck $\frac{60.41,7}{60} = 41.7$ Secunden betragen, dagegen in der verdünnten Luft $\frac{60.27}{68} = 23,8$ Secunden.

kommt, kennen gelernt, und da diese Wirkungen physicalischer Natur sind, so werden sie in steigender Progression, sowohl in geringeren wie in grösseren Höhen — mit Wahrscheinlichkeit freilich bei verschiedenen Personen, je nach der Individualität ihres Circulationsapparats dem Grade nach verschieden — auftreten müssen. Während Jourdanet und Paul Bert in der chemischen Alteration des Blutes, nämlich in der Anoxyhämie, uns im Grunde nur die toxicologische Wirkung der Höhenluft, sobald die Luftverdünnung eine gewisse Grenze (über 2000 Meter) überschreitet, namentlich das Entstehen der Bergkrankheit und die Asphyxie der Luftschiffer klargelegt haben, erhalten wir nunmehr mit der Erkenntniss der physicalischen Wirkungen der verdünnten Luft einen vollen Einblick, in welcher Weise das Höhenklima einen heilsamen Einfluss auf die Circulation und somit auf die gesammte Oekonomie des menschlichen Organismus auszuüben vermag. Die verdünnte Luft hebt den Blutdruck, beschleunigt den Blutumlauf, bewirkt eine grössere Füllung und energischere Contraction des Herzens und erleichtert trotzdem die Herzarbeit. Ich will noch hinzufügen, dass die grössere Füllung der peripherischen Blutgefässe mit höchster Wahrscheinlichkeit eine vermehrte Resorption von Flüssigkeit in's Blut und hiermit allmälig auch eine verstärkte Blutbereitung und eine bessere Ernährung nach sich ziehen muss; das frischere Aussehen, welches sich sehr bald beim Aufenthalt auf den Bergen einstellt, legt hiervon Zeugniss ab. In wie hohem Grade günstig eine derartige physiologische Wirkung bei einer Reihe von Krankheits- und Schwächezuständen sich erweisen muss, bedarf keiner weiteren Erörterung, und in der That hat die Empirie das schon lange bestätigt, was erst jetzt die Theorie zu erklären vermag.

Ich will hier nicht näher auf die Indicationen eingehen, nur mit wenigen Worten die günstige Wirkung der Bergluft bei Reconvalescenten nach schweren Krankheiten, so wie aus anderen Ursachen geschwächten und anämischen Personen erwähnen. Namentlich möchte ich darauf hinweisen, dass bei manchen Herzkranken, bei denen die Circulation verlangsamt, die Arterienspannung und der Blutdruck herabgesetzt sind, wie dies vornehmlich bei Insufficienz der Mitralklappe und Stenosis ostii venosi sinistri der Fall zu sein pflegt, der Aufenthalt im Gebirge — freilich mit Ruhe, ohne Bergsteigen — sich günstig erweisen muss, während in einer andern

Reihe von Herzkrankheiten, die mit erhöhter Spannung der Arterien einhergehen — Hypertrophie des linken Ventrikels — sowie bei Personen mit Plethora und apoplektischem Habitus die verdünnte Luft contraindicirt ist. Für meine Auffassung der Wirkung des Höhenklimas spricht unter den sonstigen anämischen Zuständen ganz besonders die Chlorose. Auch bei der Chlorose erweist sich das Höhenklima nützlich, und Jourdanet veröffentlicht selbst einige Fälle, in welchen er Chlorotische erheblich besserte, dadurch dass er sie Sitzungen in der verdünnten Luft des pneumatischen Cabinets gebrauchen liess. Wie die chemische Wirkung der Sauerstoffentziehung (nach Jourdanet) bei Anämie und Chlorose heilsam einwirken soll, ist mir ein Räthsel, ja erscheint mir geradezu als ein Parodoxon, wogegen die mechanische Wirkung der verdünnten Luft auf die Circulation, wie wir sie kennen gelernt haben, eine durchaus genügende und einfache Erklärung liefert. Bei Chlorose sind bekanntlich die Arterien eng (Virchow), die Capillaren wenig gefüllt, der Puls ist klein, der Blutdruck ist, wie ich bei einigen meiner Messungen fand, herabgesetzt, die Herzarbeit ist erschwert: die verdünnte Luft bewirkt grössere Füllung in Arterien und Capillaren, Vergrösserung des Pulses, relative Steigerung des Blutdrucks und dabei noch Erleichterung der Herzarbeit.

Zugleich begreifen wir, dass zur Hervorrufung einer Wirkung durchaus nicht immer oder vorzugsweise sehr bedeutende Höhen nothwendig sind. Es wird sicherlich von der Individualität und dem Krankheitszustand abhängen, welche Höhen besonders zuträglich sind; allzu starke Einwirkung, besonders wenn diese plötzlich erfolgt, wird manchen Kranken auch schaden können. Man wird hier ebenso dosiren können und müssen, wie mit den Arzneimitteln, von denen nicht immer die stärkste Dosis die beste ist. Im Gegentheil werden wir grade bei der Höhenluft eine Grenze finden, in welcher die schädlichen Wirkungen, die aus dem chemischen Einfluss der Sauerstoffentziehung resultiren, die günstigen mechanischen Wirkungen zu paralysiren beginnen; wir werden für viele Kranke allzu grosse Höhen, namentlich über 1000 oder gar 1500—2000 Mtr., vermeiden müssen. Gerade für diejenigen Höhen, welche für Europa allein in Betracht kommen, und welche im Vergleich zu den bewohnten Höhenorten Amerika's und Asiens niedrig sind, haben wir die günstigen Wirkungen der verdünnten Luft vornehmlich zu registriren, während die schädlichen Wirkungen der Anoxyhämie

auf den geringeren Höhen (unter 1000 Mtr.) fast gar nicht, auf den grösseren Höhen (1000—2000 Mtr.) meist nur in relativ geringem Grade, stärker nur bei besonders disponirten Individuen, hervortreten.

Es werden dann noch die physiologischen Vorgänge der Acclimatisation und die Nachwirkung studirt werden müssen; dies bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten. Schon jetzt darf man indess behaupten, dass in den Störungen, welche die Acclimatisation auf grösseren Höhen mit sich bringt, ehe der Organismus sich den neuen Circulationsverhältnissen accommodirt, ein neues Moment gegeben ist, welches bei besonders geschwächten Individuen und bei Herzkranken Vorsicht mit der Uebersiedelung in zu grosse Höhen anempfiehlt und lieber geringere Höhen vorzuziehen räthlich macht.

Unter allen Erkrankungen, auf die das Höhenklima einen Einfluss übt, steht in erster Reihe die Lungenschwindsucht.

Schon seit längerer Zeit ist es bekannt, dass im Hochgebirge die Lungenschwindsucht eine relativ seltene Krankheit ist, und dass in gewissen Höhen eine fast vollkommene Immunität gegen dieselbe besteht. Diese Immunität tritt in heissen Ländern, in der Aequatorialzone oder nahe derselben, so in Central- und Südamerika, erst in Höhen über 2000 Mtr. ein, in der gemässigten Zone Europa's scheint sie schon in geringeren Höhen von über 1200—1500 Mtr. zu bestehen, und wenn auch keine vollständige Immunität, so doch ein selteneres Befallenwerden von Phthise, in Mittel- und Nordeuropa sogar schon bei 500 Mtrn. sich bemerkbar zu machen.

Die Seltenheit der Phthise im Hochgebirge hat die Anregung geboten, Phthisiker und solche Personen, welche zu Lungenschwindsucht disponirt sind, in die Berge zu schicken, und das Höhenklima wurde sowohl als Heilmittel der Phthise, wie als Prophylakticum gegen dieselbe benutzt. Ich will nicht verfehlen, obgleich ich hier nur eine ganz kurze Skizze mit Vermeidung aller Einzelheiten zu liefern beabsichtige, doch der Verdienste Brehmer's um die Förderung und Verbreitung dieser Anschauung Erwähnung zu thun. Wer Erfahrung in dieser Beziehung zu sammeln Gelegenheit hatte, muss zugestehen, dass unzweifelhaft das Höhenklima bei einer grossen Zahl von Leidenden sich bewährt hat, und dass es vielen Phthisikern nicht nur temporäre Linderung, sondern selbst nachhaltige Besserung und Heilung gebracht hat.

Der Nutzen des Höhenklimas offenbart sich so unbestreitbar, dass selbst schwere Mängel, die ihm anhaften, und die sonst den Phthisikern nach alter Erfahrung schädlich sind, durch die Vorzüge überwunden werden: man sieht Kranke bei ungewöhnlich hoher winterlicher Kälte und beträchtlichen Temperatursprüngen in Davos wie in Görbersdorf sich wohl befinden und mehr und mehr bessern.

Worin liegt der Grund dieses Verhaltens des Höhenklimas, sowohl in Bezug auf die Immunität gegen Lungenschwindsucht als auch auf die Besserung bereits erkrankter Phthisiker? Wer vorurtheilsfrei die Sachlage auffasste, konnte nicht anders, als in demjenigen Moment, welches für das Höhenklima das allein characteristische, es von allen anderen Klimaten allein unterscheidende ist, nämlich in der Luftverdünnung, den wirksamen Factor zu suchen. Dass es die übrigen klimatischen Factoren, die beim Höhenklima in Betracht kommen, nicht sein konnten, darüber wurde man leicht einig. Am längsten hielt sich noch die Ansicht, dass die Trockenheit der Luft das wirksame Agens ausmachte; aber auch diese Hypothese konnte leicht wiederlegt werden. Immer musste man zunächst wieder auf dasjenige Moment hingelenkt werden, welches ausschliesslich dem Höhenklima und keinem anderen Klima zukommt. Nun fehlte es freilich an einer genügenden wissenschaftlichen Grundlage, um diese Wirksamkeit der verdünnten Luft zu erklären; aber anstatt sich mit dem Nichtwissen der Ursache zu bescheiden, irrten leider viele Autoren dahin ab, den Zusammenhang mit der verdünnten Luft überhaupt zu leugnen. Wo Gründe fehlen, ist Raum für Phrasen! und Phrasen mit Schlagwörtern finden ausserordentlich leicht Gehör und Nachbeter; denn es giebt ja nichts bequemeres, als anstatt nach Gründen zu forschen, lieber einfach zu leugnen und mit einem Schlagwort sich abzufinden. Eine solche beliebte Zauberformel ist die reine, staubfreie Luft, mit welcher man die armen Schwindsüchtigen heilen zu können vorgiebt, und welche auch den wesentlichsten Factor für den Nutzen des Höhenklimas bilden soll. Man werfe nur einmal einen Blick oder stecke besser einmal seine Nase in die Häuser jener von Lungenschwindsucht immunen ärmlichen Landbevölkerung, und man wird wohl für alle Zeiten von der Ansicht, dass hier reine, staubfreie Luft herrsche, geheilt sein; man findet hier vielfach eine Bevölkerung, die während der kalten Jahreszeit oft Wochen lang in kleinen, vollständig unventilirten Räumen

familienweise zusammengepfercht ist, in welcher, wenn irgend welche Epidemien, z. B. Diphtherie, eingeschleppt werden, eine reiche Beute an Menschenleben gehalten wird. Nichts beweist besser die schlechten hygienischen Verhältnisse und namentlich den Mangel von frischer Luft in den Wohnräumen als das schnelle Umsichgreifen von Epidemien — und hier soll die reine Luft die Immunität gegen Phthisis bewirken! Noch andere schöne Schlagwörter kommen hinzu: günstige hygienische Verhältnisse, Fernsein von dem Staub der Städte, den ungesunden Verhältnissen, welche das Zusammenleben vieler Menschen in Städten, in den Fabriken, in ärmlichen Verhältnissen etc. etc. schaffen. Nun dass die hygienischen Verhältnisse bei der Landbevölkerung, ganz besonders im Hochgebirge, im allgemeinen keine günstigeren sind, als in den Städten, ist bereits angeführt; dass andererseits Personen, die in den allergünstigsten hygienischen Verhältnissen leben und von der Misere des Stadtlebens nichts zu leiden haben, dennoch an Phthisis häufig genug erkranken, ist allzu bekannt, als dass darüber noch ein Wort verloren zu werden braucht. Um auch in dieser Beziehung jedem Zweifel, wenn überhaupt ein solcher noch bestehen kann, ein Ende zu machen, dazu dienen am besten die Beobachtungen in grossen auf der Höhe gelegenen Städten, namentlich in Mexico, einer Stadt von über 180,000 Einwohnern, wo sicherlich auch die hygienischen Schäden anderer grosser Städte herrschen, und dennoch fast vollständige Immunität gegen Phthise bestheht. Diesem zwingenden Grund hat sich freilich wohl kaum jemand entwinden können; aber es gab auch hier eine Ausflucht: die wirkliche Immunität soll überhaupt erst in sehr grossen Höhen, etwa über 2000 Mtr., eintreten; auf die Ortschaften, die unter einer solchen schutzbringenden Höhe liegen, finde die Wirksamkeit der Höhe keine Anwendung. Sicherlich ein durchaus unphysicalisches Denken, dass das gegensätzliche Verhalten zwischen Höhenklima und Lungenschwindsucht sprungweise auf einmal auftreten solle, ohne dass sie bereits auf niederen Höhen schon einander irgendwie beeinflusst hätten! Entschuldbar ist freilich eine solche Denkweise, so lange nicht nachgewiesen ist, dass hier wirklich keine andere als eine physicalische Wirkung vorliege.

Gegen die Annahme, dass es die verdünnte Luft sei, welche den Schutz gegen die Phthise gewährt, führte man eigenthümliche Beweise in's Feld. Besonders wurde immer hervorgehoben, dass es

auch Landstriche gebe, die gleichfalls immun gegen Phthise seien und dennoch kein Höhenklima besitzen. Kann ein solcher Einwand irgend wie ernstlich sein? Hat denn irgend jemand behauptet, dass nur das Höhenklima gegen Phthise schützt, und dass die Wirksamkeit auch anderer Factoren zur Verhütung derselben ausgeschlossen ist?

Ich vermeide es mit Fleiss, auf die Discussion dieser Frage, die leider nicht immer mit sauberen Waffen geführt wurde, näher einzugehen. Genug, dass trotz aller Anfeindung die grundlegende Thatsache nicht zu bestreiten ist, dass das Höhenklima auf die Verhütung und Besserung der Phthise mehr oder weniger Einfluss übt. Konnte man sich bisher nicht darüber einigen, dass es gerade die verdünnte Luft sei, welche im Höhenklima wirkt, so ist das allein aus der Unkenntniss der physiologischen Wirkungen der verdünnten Luft, welche noch nicht genügend erforscht waren, erklärlich

Ich will nunmehr den Versuch wagen, den Gegensatz zwischen Höhenklima und Lungenschwindsucht, welcher einerseits die theilweise Immunität des ersteren gegen die letztere, andererseits die Heilbarkeit der letzteren durch das erstere bewirkt, physiologisch zu erklären.

Wir können die auf der Luftverdünnung beruhenden Wirkungen des Höhenklimas nach folgenden Richtungen zusammenfassen:

1. Chemische Wirkung der Luftverdünnung, d. h. verminderte Sauerstoffzufuhr, bis zur Anoxyhämie.
2. Wirkung auf die Athmungsorgane: unwillkürlich tieferes Athmen, dadurch Erweiterung des Thorax.
3. Mechanische Wirkung auf die Circulation:
   a) Erhöhung des relativen Blutdruckes und der Spannung des Pulses, Erleichterung der Herzarbeit, Beschleunigung des Blutumlaufs, vermehrte Füllung der Gefässe und gesteigerte Ernährung.
   b) Vermehrte Blutzufuhr zu den Lungen.

ad 1. In dem ersten Moment, der Sauerstoffentziehung resp. der Anoxyhämie sieht Jourdanet die einzige Ursache für die Immunität der Höhen gegen die Lungenschwindsucht. Selbstverständlich stellt er hiermit nur eine Hypothese auf, und zwar eine solche, für welche absolut keine irgend wie plausiblen Gründe beigebracht sind. Im Gegentheil glaube ich, dass nach dem gegenwärtigen Stande unseres

Wissens alles eher gegen, als für eine solche Hypothese spricht. Jourdanet selbst vergleicht, wie wir gesehen, die Anoxyhämie mit der Anaemie; bei beiden fehlt es an Sauerstoff im Blut, nur dass bei letzterer die Zahl der Sauerstoff führenden rothen Blutkörperchen, bei ersterer die ihnen zugeführte Sauerstoffmenge verringert ist. Wäre Jourdanet's Hypothese richtig, so wäre es im hohen Grade zu verwundern, dass, wie wir es alltäglich beobachten, gerade die gut genährten vollsaftigen Personen mit mehr oder weniger Plethora sanguinis so relativ selten an Phthise erkranken, während gerade die anämischen so bedeutend dazu disponirt sind. Individuen, welche durch Blutverluste geschwächt sind, chlorotische, schlecht genährte Personen disponiren ganz besonders zur Phthise — trotz ihres Sauerstoffmangels, welcher nach Jourdanet einen Schutz gewähren sollte. Hätte Jourdanet Recht, so müsste eigentlich jede Phthise ihr endliches Heilmittel in sich selber finden, denn wo noch keine Anämie vorher besteht, wird eine solche durch die Phthise stets früher oder später geschaffen, und diese Anämie bietet dennoch keinen Schutz gegen den Fortschritt der Krankheit. Ich glaube demnach, so lange nicht neue gewichtige Beweise für Jourdanet's Hypothese beigebracht werden, kann sie kaum auf irgend eine Berechtigung Anspruch erheben. Wie kam aber Jourdanet zu dieser Hypothese? Vollkommen logisch. Jourdanet kennt keine andere Wirkung der verdünnten Luft als die Sauerstoffentziehung; nun ist de facto die verdünnte Luft ein Heilmittel gegen Phthise, folglich muss es die Sauerstoffentziehung sein, in welcher das Heilmittel besteht. Diese Schlussfolgerung ist richtig, sobald die Voraussetzung, dass die Wirkung der Luftverdünnung nur eine chemische ist, richtig ist; mit dem Moment dagegen, wo wir noch andere gewichtige physiologische Wirkungen der verdünnten Luft kennen lernen, fällt Jourdanet's Hypothese als Trugschluss in sich selbst zusammen.

Ich muss übrigens bemerken, dass die Hypothese von Jourdanet einige Analogie mit der alten Anschauung Rokitansky's, nach welcher „Venosität" und Cyanose eine gewisse Immunität gegen Phthise gewährt, darbietet. Ich verweise in dieser Beziehung auf mein Werk über Tuberculose (p. 169), wo ich diese Anschauungen einer Kritik unterworfen und die angeführten Thatsachen anders zu deuten versucht habe.

Ich möchte noch hinzufügen, dass ich keineswegs die Möglichkeit leugne, dass die Anoxyhaemie ganz andere Wirkungen entfalten könnte, als die wahre

Anaemie. Es fehlt aber zur Zeit noch an irgend welchem Beweise für eine solche Annahme; deshalb lässt sich kein Schluss darauf bauen.

ad 2. Die Wirkung der verdünnten Luft auf die Athmung ist, wie wir gesehen, eine derartige, dass unwillkürlich, in Folge der verminderten Sauerstoffzufuhr, häufigere und tiefere Athemzüge gemacht werden und als Consequenz hiervon eine Erweiterung des Thorax eintritt. Hinzuzufügen ist noch, dass auch das Bergsteigen, zu welchem der Aufenthalt im Gebirge meistens zwingt, in gleicher Richtung wirkt. Dieses regelmässige tiefere Athmen bewirkt ausser der Erweiterung der Lungen meist auch eine Erhöhung der Vitalcapacität und der Athemkraft, wie ich mich in mehreren Fällen überzeugte. Es sind hiermit Wirkungen gegeben, welche dem phthisischen Habitus direkt gegenüber stehen: der paralytische Thorax der Phthisiker oder der zur Phthise disponirten wird mehr gewölbt, die Lungen dehnen sich kräftiger aus und werden besser ventilirt, die Kraft der Athemmuskeln nimmt zu. Hier haben wir bereits so wichtige Heilfactoren gerade der Lungenschwindsucht gegenüber, dass mir, bevor ich die Wirkungen der verdünnten Luft auf die Circulation kannte, schon dieser auf die Respiration ausgeübte Einfluss allein genügte, um den Nutzen des Höhenklimas theilweise zu erklären — freilich noch mit Zuhilfenahme eines anderen Faktors (ad 3b.), auf den ich bald zurückkomme.

ad 3a. Von der allergrössten Bedeutung scheinen mir ferner die physiologischen Wirkungen der verdünnten Luft auf die Circulation. Als solche lernten wir kennen zunächst die relative Erhöhung des Blutdrucks und die Erleichterung der Herzarbeit. Bei der Lungenphthisis ergaben meine Pulsmessungen — ausser denen, die ich bereits veröffentlicht, habe ich noch eine grosse Zahl Puls- und Blutdruckmessungen an Phthisikern vorgenommen, die an einem anderen Orte veröffentlicht werden sollen — fast regelmässig eine Herabsetzung des Blutdruckes. Ob bereits beim phthisischen Habitus der Blutdruck herabgesetzt ist, dazu fehlt es mir zur Zeit noch an Beobachtungen; nur bei chlorotischen, welche ja gleichfalls zur Phthisis besonders disponirt sind, fand ich in der That eine Blutdruckverminderung. Dass für den Organismus eine Verminderung des Blutdrucks von tief eingreifender Bedeutung ist, und dass sie Störungen in der gesammten Oekonomie und ganz besonders in der Ernährung hervorrufen muss, daran wird wohl niemand zweifeln. Dieser Verminderung des Blutdruckes wirkt die

verdünnte Luft entgegen, und hierdurch allein wird sie schon zu einem bedeutenden Heilmittel, resp. verhütet sie die in Folge des gesunkenen Blutdrucks auftretenden tieferen Störungen.

Obgleich die verdünnte Luft den relativen Blutdruck hebt, erleichtert sie dennoch die Herzarbeit — wiederum ein sehr wesentliches Moment für die Behandlung oder Verhütung der Lungenschwindsucht. Der Herzmuskel bei der Phthise ist meist eben so geschwächt wie die übrige Muskulatur und wird oft zum Schluss sogar atrophisch, die Herzcontraction ist keine energische, der Puls ist sehr wenig gespannt. Die verdünnte Luft hebt die Energie der Herzcontractionen, die Spannung des Pulses nimmt zu, das Herz bedarf geringerer Anstrengung, um erhöhtes zu leisten — alles Momente, aus welchen der Organismus bei der Phthise den höchsten Nutzen zu ziehen vermag.

Dazu kommt noch die vermehrte Füllung der Herzkammern und die dadurch bewirkte vergrösserte Pulswelle unter dem Einfluss der verdünnten Luft. Bei der Phthise ist der Puls meist relativ klein wegen geringer Blutfüllung des Herzens, theilweise auch aus allgemeiner Blutleere; hierunter muss die Ernährung des gesammten Organismus, der durch den localen Process in der Lunge allein schon erheblich geschädigt wird, noch mehr leiden. Auch bei noch nicht vorgeschrittener, sondern nur erst beginnender Phthise, so wie bei Personen mit phthisischem Habitus beobachtet man schon häufig genug einen kleinen, wenig gespannten Puls neben ausgesprochner Anämie und offenbar unvollkommener Ernährung des Organismus. Der Puls ist zugleich leer. Dieser Zustand der Anämie, wie er einerseits durch die Phthise erst erzeugt wird, begünstigt auch schon andrerseits deren Entstehen und ihren Fortschritt. Ihm entgegen zu arbeiten, ist deshalb von grosser Wichtigkeit. Der Aufenthalt in verdünnter Luft wirkt, wie wir gesehen, der Anämie entgegen: er erhöht die Füllung der peripherischen Gefässe und bewirkt höchst wahrscheinlich, um das Deficit der Blutfüllung zu decken, die vermehrte Resorption von Flüssigkeit, resp. von Nährmaterial in die Blutgefässe, welche ihrerseits wohl in den meisten Fällen, wenn der Organismus noch lebenskräftig genug ist, auch neue Bildung von Blutkörperchen anregt. Hiermit hebt sich die gesammte Ernährung.

Wir sehen also, alle diejenigen Circulationsverhältnisse, welche bei der Phthise von der Norm abweichen, werden durch das

Höhenklima nach der entgegengesetzten Richtung hin beeinflusst; es besteht gleichsam ein Gegensatz zwischen den Zuständen der Blutcirculation bei Phthisis und denen, welche das Höhenklima physiologisch bewirkt, daher wirkt das letztere günstig auf die Phthise ein und vermag sie häufig selbst hintanzuhalten oder zu verhüten.

Auch die Blutumlaufsgeschwindigkeit wird durch die verdünnte Luft erhöht, ein Moment, welches in vielen Fällen sicherlich von Bedeutung ist. Meine Pulsmessungen ergaben bei Phthise ziemlich häufig eine Verlangsamung des Blutumlaufs; aber keineswegs ist dies regelmässig der Fall, in manchen Fällen scheint sogar eine Beschleunigung vorhanden zu sein. Ich will auf diesen Punkt vorläufig nicht näher eingehen, bis mir eine grössere Zahl von Beobachtungen vorliegen.

Ein Hauptgewicht auf die Beschleunigung des Blutumlaufs im Höhenklima legte bereits Brehmer. Aber Brehmer hatte dabei nur die Vermehrung der Pulsfrequenz im Auge; ein anderes Mittel, um über die Geschwindigkeit des Blutumlaufs ein Urtheil zu bilden, gab es zur Zeit noch nicht. Die Pulsfrequenz für sich allein ist aber zur Beurtheilung der Blutumlaufsgeschwindigkeit völlig unzureichend; letztere kann gross sein trotz geringer Pulsfrequenz und umgekehrt. Bei der Lungenschwindsucht ist die Pulsfrequenz meist vermehrt und trotzdem oft die Blutcirculation verlangsamt. Freilich muss man die Vermehrung der Pulsfrequenz bereits als eine Anstrengung des Organismus, den aus anderen Ursachen, namentlich durch Herabsetzung des Blutdrucks, verlangsamten Blutumlauf compensatorisch zu beschleunigen, auffassen; aber meist wird die Compensation keine vollständige. Auch in der verdünnten Luft reicht die Vermehrung der Pulsfrequenz für sich allein nicht aus, um die Beschleunigung des Blutumlaufs, welche ich im obigen Experiment gefunden, herbeizuführen; die Beschleunigung des Blutumlaufs war sehr erheblich, obgleich die Pulsfrequenz nur geringfügig erhöht war.

Mit Hülfe neuer Pulsmessungen wird sich, wie ich hoffe, noch viel Licht über diesen Gegenstand verbreiten lassen.

ad. 3b. Die verdünnte Luft vermehrt den Blutgehalt der Lungen. Diese Wirkung der verdünnten Luft erschien mir von jeher als die wichtigste, und ihr schrieb ich, neben dem Einfluss des Höhenklimas auf die Athmung, den wesentlichsten Antheil an dem ausschliessenden Verhalten des Höhenklimas zur Lungenschwindsucht zu. Ich muss indess von vornherein bemerken, dass diese Anschauung, wie ich es niemals anders ausgesprochen, nur auf einer Hypothese beruht, die zwar durch mancherlei Thatsachen wahr-

scheinlich gemacht wird, aber doch noch keineswegs genügend gestützt ist, um auf eine allgemeine Geltung Anspruch erheben zu dürfen. Die Hypothese geht davon aus, dass die Disposition zur Lungenschwindsucht auf einen zu geringen Blutgehalt der Lungen, welcher in einem gewissen Connex zum paralytischen Thorax stehe, zurückzuführen sei; aus der relativen Trockenheit der Lunge entstehe die Neigung zur Verkäsung von Entzündungsproducten, welche das wesentliche Moment der Lungenschwindsucht ausmacht. In meinem Werke über Tuberculose, Lungenschwindsucht und Scrofulose (p. 166—174) habe ich alle diejenigen Thatsachen zusammengestellt, welche einer solchen Hypothese als Stütze dienen können; ich habe heute nichts neues in dieser Beziehung hinzuzufügen, auch nichts von dem damals ausgesprochenen zurückzunehmen, und kann deshalb einfach darauf verweisen, ohne hier von neuem den Gegenstand zu erörtern. Wer jene Hypothese gelten lässt, muss in der verdünnten Luft ein sehr wirksames Agens finden, welches, indem es den Blutreichthum der Lungen erhöht, ihrer Disposition zur Verkäsung und somit der Entstehung und Ausbreitung der Lungenschwindsucht entgegen arbeitet.

Wir haben somit in der verdünnten Luft eine grosse Reihe physiologischer Wirkungen sowohl auf die Athmung, wie auf die Circulation kennen gelernt, welche den krankhaften Zuständen bei Phthisis direkt entgegenstehen. Auch wenn wir die zuletzt besprochene Wirkung der verdünnten Luft, weil der ihr entgegenstehende Zustand der Lungen bei Phthisis noch als hypothetisch gelten muss, auf sich beruhen lassen, bleiben Wirkungen genug bestehen, welche den grossen Einfluss, den das Höhenklima auf die Verhütung, Besserung und Heilung der Lungenschwindsucht äussert, in vollem Masse erklären. Ich möchte sagen, hätte man nicht schon empirisch die Wirksamkeit des Höhenklimas als Prophylacticum und Therapeuticum der Lungenphthise festgestellt, die theoretische Kenntniss der physiologischen Wirkungen des Höhenklimas hätte einerseits dazu auffordern müssen, mit demselben einen Versuch nach jener Richtung hin zu machen, andererseits hätte die Erkenntniss der Respirations- und Circulationsstörungen bei der Lungenschwindsucht dahin führen müssen, nach einem Heilmittel zu suchen, welches alle diejenigen Wirkungen in sich vereinigt, die das Höhenklima äussert. Die Erfahrung hat hier, wie so häufig in unserer Wissenschaft, der Theorie vorgearbeitet, und seien wir glück-

lich, dass die Unkenntniss der Theorie und mehr noch dass falsche Hypothesen, die sich an ihre Stelle drängten und die Thatsachen zu verdunkeln strebten, die auf dem Boden der Erfahrung gewonnene Wahrheit nicht haben zurückdrängen können!

Der Umstand, dass das Höhenklima als ein physicalisches Heilmittel wirkt, erklärt auch zugleich, dass der Einfluss desselben ein allmälig zunehmender, kein plötzlicher ist, dass auf niedern Höhen die Phthisis nur seltener wird, und erst grössere Höhen Immunität darbieten, ferner dass auf geringen Höhen schon Besserung von Phthisis eintreten kann, obgleich noch keine vollständige Immunität daselbst vorhanden ist. Nicht nur von der Grösse der Luftverdünnung, sondern auch von der Individualität des Patienten und der Schwere der Erkrankung muss es abhängen, ob die durch das Höhenklima gesetzten Veränderungen hinreichend sind, um einen heilsamen Einfluss auszuüben. Dass nicht alle Phthisen im Höhenklima gebessert und wohl nur ein kleiner Theil derselben geheilt wird, dass ferner auch in den grössten Höhen keine ausnahmslose, vollständige Immunität gegen Phthise herrscht, ist gleichfalls einfach zu erklären: die Symptome der Circulation und Respiration bei Phthisis, welche durch das Höhenklima eine günstige Umwandlung erleiden, decken sich keineswegs mit sämmtlichen wesentlichen Erscheinungen der Lungenphthise; ein Ueberwiegen der übrigen Krankheitssymptome und namentlich ein bedeutendes Vorgeschrittensein des localen Prozesses kann das Fortschreiten der Krankheit zur Folge haben, ohne dass die günstige Umstimmung der Circulation und Respiration ein genügendes Gegengewicht bietet. Wir werden uns die Wirkung des Höhenklimas bei bereits bestehender Lungenerkrankung immer nur derart vorzustellen haben, dass ein Einfluss auf die gesammte Constitution und die noch vorhandenen gesunden Lungentheile ausgeübt wird, so dass gleichsam der erkrankte Herd, der nicht mehr ad integrum zurückgeführt werden kann, unschädlich gemacht und ihm zur Ausstossung der verkästen Producte, zur Reinigung der Cavernen und im besten Falle zur Vernarbung Zeit gegeben wird, ohne dass der gesammte Organismus darunter leidet. Man wird auch in der Wahl des Höhenklimas vorsichtig sein und namentlich nicht immer die höchsten Punkte bevorzugen müssen, genau so wie bei der Dosirung unserer Arzneimittel: geschwächte Personen ertragen schwer einen plötzlichen bedeutenden Eingriff in die Oeconomie ihres Blut-

laufs und ihrer Athmung, während geringere Dosen schon eine genügende Wirkung entfalten können, ohne zu schaden.

Was die Immunität gegen Phthise betrifft, so ist auch noch ein anderer Umstand wohl zu beachten, nämlich die Erblichkeit. Haben sich durch die günstigen klimatischen Verhältnisse eine oder mehrere Generationen von Phthise mehr oder weniger frei gehalten, so wird auch in der folgenden Generation kein phthisischer Habitus mehr vererbt, und auch auf diese Weise schwindet die krankhafte Disposition zur Phthise. Dieser Umstand kann wahrscheinlich einem anderen die Wage halten, nämlich dem, dass durch den langen Aufenthalt im Höhenklima allmälig eine Gewöhnung an dasselbe und damit vielleicht eine Aenderung der Respirations- und Circulationsverhältnisse ad pejus sich entwickeln könnte, welche die günstigen Wirkungen wieder aufhöbe. Es ist indess voreilig, hierüber zu discutiren; ich will mich auch mit dieser blossen Andeutung begnügen. Die Erscheinungen der Acclimatisation harren noch erst der physiologischen Erforschung.

Warum in den heissen Zonen eine Immunität gegen Phthisis erst auf sehr hohen Bergregionen eintritt, dagegen in der gemässigten Zone schon auf relativ niederen Höhen, und zwar nach den Localitäten verschieden, darüber giebt es gleichfalls noch keine Entscheidung. Wohl möglich, wie angenommen, dass die Combination mit den Temperaturverhältnissen eine Rolle spielt, und dass die letzteren die physiologische Wirkung der verdünnten Luft hier zu erhöhen, dort abzuschwächen vermögen. Auch hierüber müssen exacte Versuche angestellt werden. Wir befinden uns noch ganz in den Anfängen. Wir müssen uns bescheiden, hiervon noch nichts zu wissen, dürfen aber aus dem Nichtwissen keine voreiligen Schlüsse ziehen, namentlich nicht solche, welche andere gut gekannte und einigermassen erklärte Thatsachen einfach negiren.

Dass ausser dem Höhenklima auch noch andere Klimaten eine Immunität gegen Phthise zu verleihen scheinen, kann nach dem vorstehenden nicht im mindesten auffällig gefunden werden: Da keine vollkommene Deckung der Symptome der Phthise mit den entgegenstehenden Wirkungen des Höhenklimas statthat, so ist es sehr wohl erklärlich, dass es Agentien geben kann, welche der Phthise bei ihren anderen Erscheinungen oder ihren Ursachen wirksam entgegentreten und dadurch ihr Auftreten verhindern. Auch ist es wahrscheinlich, dass manche Wirkungen der verdünnten Luft

auch anderen klimatischen Factoren mehr oder weniger zukommen, und dass auf diese Weise Combinationen von Wirkungen erzeugt werden können, welche das Auftreten und das Fortschreiten der Phthise zu verhüten vermögen.

Wenden wir uns schliesslich zu einer kurzen Vergleichung der Wirkungen der pneumatischen Therapie mit denen des Höhenklimas. Es ist die Einathmung der comprimirten Luft einerseits und die Einathmung verdünnter Luft andererseits, welche gewisse Analogien mit der Wirkung des Höhenklimas darbietet; aber von einer völligen Uebereinstimmung der Wirkungen ist weder hier noch dort die Rede.

Bei der Einathmung comprimirter Luft beruht die hauptsächlichste Wirkung in dem mechanischen Effect auf die Athmung. Dieser Effect ist der gleiche wie der des Höhenklimas, nur dass der letztere nicht mechanisch, sondern durch die Uebung der Athemmuskeln zu stande kommt. Die Wirkung der comprimirten Luft, weil mechanisch, ist energischer als die des Höhenklimas, obgleich sie nur in einer kurzen Sitzung täglich geübt wird. Auch in der Wirkung auf die Circulation besteht zwischen der Einathmung comprimirter Luft und dem Höhenklima manches gemeinsame: so namentlich die Erhöhung der Energie des Herzens, die vermehrte Spannung des Pulses und die Erleichterung der Herzarbeit. Dagegen ist ihr Einfluss auf die Blutfüllung der Lungen dem des Höhenklimas vollständig entgegengesetzt, und wer auf dieses Moment ein besonderes Gewicht legt, wird die Anwendung der comprimirten Luft bei Phthise einzuschränken oder ihr wenigstens ein Gegengewicht in der Einathmung verdünnter Luft zu geben versuchen.

Noch grössere Uebereinstimmung mit dem Höhenklima, aber auch keine vollkommene, bietet die Inspiration verdünnter Luft. Auch diese hilft den Thorax allmälig erweitern, aber nicht auf mechanischem Wege, sondern allein durch grössere Anspannung und allmälige Kräftigung der Thoraxmusculatur; sie wirkt deshalb in dieser Beziehung viel weniger energisch als die Einathmung comprimirter Luft, dafür aber in fast gleichem Sinne, wie es in der verdünnten Luft des Höhenklimas geschieht.

Was sodann ihren Einfluss auf die Circulation angeht, so ist er in vielen Stücken dem des Höhenklimas entgegengesetzt; in einem Punkte jedoch stimmt er mit diesem überein, nämlich in der Vermehrung des Blutreichthums der Lungen. Wer dieses Mo-

ment für wesentlich hält, wird die Einathmungen verdünnter Luft bei Phthise nicht gern entbehren. Freilich kommen auch hier die Contraindicationen, besonders die Disposition zu Lungenblutungen, die Schwäche des Herzens und vorgeschrittene Körperschwäche, in Betracht. Uebrigens werden diese Contraindicationen auch theilweise vom Höhenklima getheilt: jedesfalls wird man mit zu grossen Höhen bei Haemoptoikern und bei sehr geschwächten Personen vorsichtig sein müssen.

Eine geschickte Combination der Einathmungen comprimirter mit den Einathmungen verdünnter Luft (vergl. p. 371, 390, 401) wird es möglich machen, die Vorzüge beider Methoden mit einander zu vereinigen und die unerwünschten Wirkungen der einen und der anderen durch einander abzuschwächen oder aufzuheben. In der weiteren Entwickelung der Combination dieser beiden Methoden wird sich noch manches leisten, manches vervollkommnen lassen.

An die pneumatische Therapie schliessen sich die Stickstoff-Inhalationen an, die in neuester Zeit, namentlich durch Treutler's Publicationen [1]) wiederum die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt und erhöhtes Interesse gewonnen haben. Am besten würden diese ihre Berechtigung erweisen können, falls die Hypothese Jourdanet's, dass die Wirkung der verdünnten Luft einfach auf Anoxyhämie beruhe, sich begründen liesse: es wäre dann die Uebereinstimmung zwischen Höhenklima und Stickstoff-Inhalationen eine vollständige. Da meiner Meinung nach jene Hypothese bisher der Begründung entbehrt, so wird hiernach auch die Erklärung der Wirksamkeit der Stickstoff-Inhalationen auf chemischem Wege durch Sauerstoffentziehung hinfällig. Dagegen bleibt immer noch eine Erklärung auf physikalischem Boden möglich. Die Stickstoff-Inhalationen, oder sagen wir richtiger, die Einathmungen sauerstoffarmer Luft wirken analog den Einathmungen verdünnter Luft und üben deshalb einen ähnlichen Einfluss auf die Athmung aus, wie diese. Um die Wirkung beider noch mehr einander zu nähern und auch ihren Einfluss auf die Circulation ähnlich zu gestalten, dazu dient häufig noch die Methode der Athmung, welche in manchen Apparaten derartig ist, dass die Patienten die sauerstoffarme Luft nicht aus einem äquilibrirten Behälter mühelos einathmen, sondern mit einer gewissen Anstrengung und unter Ueberwindung von Widerständen die Luft ansaugen müssen [Kohlschütter [2])] — also ein Vorgang genau so wie bei der Einathmung verdünnter Luft. Aber auch selbst wenn aus einem äquilibrirten Gefässe geath-

1) Treutler: Die Herstellung und Anwendung seiner Stickstoffinhalationen gegen Lungenkrankheiten. Dresden. Verlag von Pierson. 1879.

2) Kohlschütter: Stickstoffinhalationen und ihre Wirkungen. Correspondenz-Bl. des Vereins d. Aerzte im Reg.-Bez. Merseburg etc. — Allgem. med. Centralzeitung 37 ff. 1880.

met wird, macht der Thorax grössere Anstrengungen als normal zur möglichst tiefen Inspiration und zur Deckung des Sauerstoff-Deficits und auch hier tritt eine Wirkung ein, analog der der Einathmung verdünnter Luft.

Ich glaube demnach, dass die Wirksamkeit der Stickstoff-Inhalationen, falls sie sich bewähren sollte, auf die Uebereinstimmung mit der Wirkung der Einathmungen verdünnter Luft zurückzuführen sein dürfte. Auch selbst das Moment der Sauerstoff-Entziehung, falls darauf von anderen Seiten. analog der Jourdanet'schen Hypothese, mehr Gewicht gelegt werden sollte, theilt die Stickstoff-Inhalation mit der verdünnten Luft. Allerdings ist die Anstrengung bei Einathmung stark verdünnter Luft grösser als bei der Einathmung sauerstoffarmer Luft aus einem äquilibrirten Gefässe.

Wenn ich eine Vergleichung des Höhenklimas mit der pneumatischen Therapie gewagt habe, so ist selbstverständlich nur von einer Vergleichung der wirksamen Principien beider die Rede. Es muss von Interesse sein zu wissen: welche Analogien bestehen zwischen der verdünnten Luft des Höhenklimas und der verdünnten und comprimirten Luft der pneumatischen Apparate? Ueber diese Frage hinaus kann eine Vergleichung nicht mehr stattfinden. Das Höhenklima besitzt ausser seinem hauptsächlich wirkenden Factor, der verdünnten Luft, noch so viele andere unbestreitbare Vorzüge, für die es kein Surrogat im Stadtleben giebt, und die man daher den Patienten, wenn irgend möglich, nimmer wird entziehen wollen. Es sind dies Vorzüge, welche theils im Klima mancher besonders günstig gelegener Höhenorte begründet und diesen eigenthümlich sind, wie besonders die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft, theilweise aber auch anderen ländlichen Orten zukommen, wie frische reine Luft (nur muss diese auch in den Zimmern der Patienten herrschen), viele Bewegung und langer Aufenthalt im Freien, Entferntsein von den Mühen und Sorgen des alltäglichen Lebens, und was andere derartige heilsame Einflüsse mehr sind. Wo irgend die Verhältnisse es zulassen, wird man, neben der direct auf das Ziel gerichteten Behandlung, auch auf diese grossen hygieinischen Vorzüge nicht verzichten dürfen.

Für die verdünnte Luft des Höhenklimas werden vielleicht die pneumatischen Cabinette, wenn sie ihre therapeutischen Versuche auf die Luftverdünnung mehr, als es bisher geschah, ausdehnen, ein mächtiges Surrogat liefern; zuvor muss freilich noch erst die Nachwirkung des zeitweisen Aufenthalts in verdünnter Luft genügend studirt werden. Für den Klimawechsel überhaupt werden auch sie niemals vollen Ersatz bieten können.

In besonders bevorzugter Lage befinden sich die Bewohner mittlerer Höhen. Während die Bewohner der Tiefebenen vom klimatischen Höhenwechsel nur dann Nutzen ziehen können, wenn sie einer grösseren Luftverdünnung bedürfen, können jene einerseits zum Genusse einer grösseren Luftverdünnung gelangen, indem sie höher in die Berge hinaufsteigen, und andererseits durch Hinabsteigen in die Tiefe sich nicht minder auch der Vortheile grösserer klimatischer Luftverdichtung theilhaftig machen. Luftverdünnung und Luftverdichtung, oder, mit anderen Worten, der Barometerdruck ist — mit dieser These möchte ich schliessen — der mächtigste unter allen klimatischen Factoren.

Gedruckt bei L. Schumacher in Berlin.

Verlag von **August Hirschwald** in Berlin.

Die Messung des Pulses und des Blutdrucks am Menschen

von Prof. Dr. **L. Waldenburg.**

1880. gr. 8. Mit Holzschnitten. 6 Mark.

Die

Tuberculose,

die

Lungenschwindsucht und Scrofulose.

Nach historischen und experimentellen Studien

bearbeitet von

Prof. Dr. **L. Waldenburg.**

gr. 8. 1869. 11 Mark.

Handbuch

der allgemeinen und speciellen

Arzneiverordnungslehre.

Auf Grundlage der Pharmacopoea Germanica

bearbeitet von

Dr. **L. Waldenburg,** und Dr. **C. Ed. Simon,**

Prof. der Universität Berlin. Apotheker in Berlin.

Neunte vermehrte Auflage.

gr. 8. 1877. Preis: 20 Mark.

Berliner Klinische Wochenschrift.

Organ für practische Aerzte.

Mit besonderer Berücksichtigung der Medicinal-Verwaltung und Gesetzgebung nach amtlichen Mittheilungen.

Redacteur: Professor Dr. **L. Waldenburg.**

Wöchentlich $1\frac{1}{2}$ — 2 Bogen. Gross 4-Format.

Preis vierteljährlich 6 Mark.

Gedruckt bei L. Schumacher in Berlin.